

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-120408

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

F02D 45/00

B01D 53/86

F01N 3/00

F01N 3/20

F02D 41/14

(21)Application number : 2001-317588

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 16.10.2001

(72)Inventor : YAMADA MASAKAZU

ICHIKAWA AKIRA

IIDA HISASHI

MAJIMA YOSHIHIRO

MORINAGA SHUJIRO

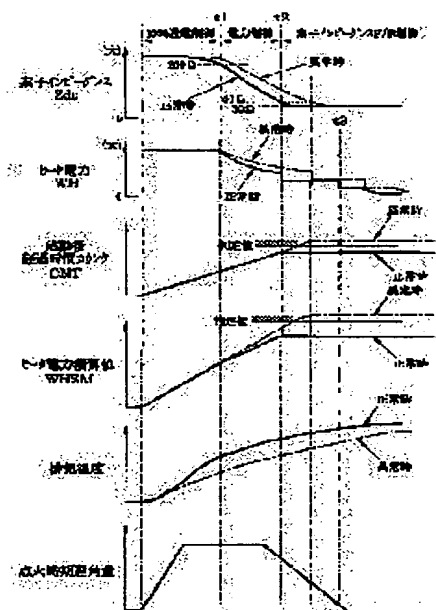
OKA TATSUYA

## (54) DIAGNOSTIC APPARATUS OF CONTROLLING SYSTEM FOR CATALYST EARLY WARMING-UP OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a function of diagnosing the catalyst early warming-up system while satisfying a requirement for reduction in cost.

**SOLUTION:** During catalyst early warming-up control, ignition timing is lagged to raise a temperature of exhausted gas to promote a heat increase of an air-fuel ratio sensor of an exhaust gas system. When the catalyst early warming-up control system becomes extraordinary, the temperature of the exhaust gas becomes lower than that in an ordinary state so that the heat increase of the air-fuel ratio sensor is delayed compared to the ordinary state, consequently time CNT from starting to activation of the air-fuel ratio sensor becomes longer than that in the ordinary state and also an accumulated value WHSM of heater electric power of the air-fuel ratio sensor becomes larger than that in the ordinary state. Thus, the temperature of the air-fuel ratio sensor (degree of activation) is detected by means of an element impedance  $Z_{dc}$  of the air-fuel ratio sensor and time CNT until the air-fuel ratio sensor is activated and heater power accumulated value WHSM are measured to compare them with determined value and determine whether or not the catalyst early warming-up control system is in the extraordinary state.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine which diagnoses the existence of the abnormalities of the catalyst early warming-up control system which promotes warming up of the catalyst for an internal combustion engine's exhaust-gas purification Gas-constituents concentration, such as an oxygen density of an exhaust gas, an air-fuel ratio, and the discharge gas sensor that detects either rich/Lean, A sensor activity judging means to judge the progress condition of activation of said discharge gas sensor after an internal combustion engine's starting. It judges whether based on the judgment result of said sensor activity judging means, activation of said discharge gas sensor is unusually late. Abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine characterized by having an abnormality diagnostic means to diagnose the existence of the abnormalities of said catalyst early warming-up control system.

[Claim 2] Said sensor activity judging means is the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by judging the progress condition of activation of said discharge gas sensor using the parameter correlated with time amount until this discharge gas sensor is activated, or it.

[Claim 3] It is the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which said discharge gas sensor contains the heater which promotes activation, and is characterized by judging said sensor activity judging means using the parameter which correlates the progress condition of activation of said discharge gas sensor with the power consumption addition value of said heater until this discharge gas sensor is activated, or it.

[Claim 4] Said sensor activity judging means is the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine according to claim 1 to 3 characterized by starting the judgment of the progress condition of activation of this discharge gas sensor after said discharge gas sensor reaches a predetermined activity degree after an internal combustion engine's starting.

[Claim 5] Said sensor activity judging means is the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine according to claim 1 to 3 characterized by starting the judgment of the progress condition of activation of this discharge gas sensor after catalyst early warming-up control is started after an internal combustion engine's starting.

[Claim 6] Abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine according to claim 1 to 5 characterized by having an amendment means to amend the judgment result of said sensor activity judging means, or the criteria of an abnormality diagnosis of said abnormality diagnostic means according to an internal combustion engine's service condition and/or environmental condition in the period which judges the progress condition of activation of said discharge gas sensor with said sensor activity judging means.

[Claim 7] Said sensor activity judging means is the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine according to claim 1 to 6 characterized by detecting the component impedance of this discharge gas sensor as a parameter showing the activity degree of said discharge gas sensor.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine which diagnoses the existence of the abnormalities of the catalyst early warming-up control system which promotes warming up of the catalyst for an internal combustion engine's exhaust-gas purification.

[0002]

[Description of the Prior Art] Perform catalyst early warming-up control by ignition timing lag control etc. until warming up of this catalyst is carried out to activity temperature after engine starting and warming up of the catalyst is carried out to activity temperature after engine starting, since the rate of exhaust-gas purification is low, although catalysts, such as a three-way component catalyst, are carried in order that an automobile in recent years may purify an exhaust gas, and an exhaust air heating value is made to increase, and it is made to carry out warming up of the catalyst for a short time. If the heating values which the exhaust air heating value under catalyst early warming-up control decreases, and are supplied to a catalyst by failure of this catalyst early warming-up system etc. run short, since warming up (activation) of a catalyst will be overdue and the exhaust air emission after engine starting will get worse, it is necessary to detect the abnormalities of a catalyst early warming-up system at an early stage.

[0003] Then, as shown in JP,2001-132438,A, forming a sensor whenever [ catalyst temperature / which detects the temperature of a catalyst ], measuring whenever [ catalyst temperature / which was detected by the sensor whenever / this catalyst temperature ], and whenever [ presumed catalyst temperature / which was presumed based on the addition inhalation air content after starting ], and diagnosing the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up system is proposed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since it is necessary to newly form a sensor whenever [ for detecting whenever / catalyst temperature / catalyst temperature ], the demand of the part and low-cost[ which a cost rise is carried out and is an important technical technical problem in recent years ]-izing cannot be filled with the configuration of the above-mentioned official report.

[0005] This invention is made in consideration of such a situation, therefore the purpose is in offering the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine which can realize the function to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up system while filling the demand of low-cost-izing.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the abnormality diagnostic equipment of the catalyst early warming-up control system of the internal combustion engine of claim 1 of this invention It has the discharge gas sensor which detects gas-constituents concentration, such as an oxygen density of an exhaust gas, an air-fuel ratio, or rich/Lean. The progress condition of activation of a discharge gas sensor is judged with a sensor activity judging means after an internal combustion engine's starting. He judges whether based on the judgment result, activation of a discharge gas sensor is unusually late with an abnormality diagnostic means, and is trying to diagnose the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system.

[0007] He installs the discharge gas sensor which detects gas-constituents concentration, such as an oxygen density of an exhaust gas, an air-fuel ratio, or rich/Lean in the upstream (or both sides of the upstream and the lower stream of a river of a catalyst) of the catalyst in a flueway, and is trying to raise the exhaust-gas purification effectiveness of a catalyst with the internal combustion engine with which

recent years were electronics-control-ized by carrying out feedback control of the air-fuel ratio near theoretical air fuel ratio based on the output of this discharge gas sensor. After an internal combustion engine's starting, a discharge gas sensor is also the same with a catalyst, and the output level of a discharge gas sensor rises to normal level as a temperature rise is carried out with exhaust air heat (carrying out a temperature rise with both generation of heat of a heater, and exhaust air heat in a discharge gas sensor with a built-in heater) and activation of a discharge gas sensor progresses by it. If the exhaust air heating value under catalyst early warming-up control decreases and warming up (activation) of a catalyst is overdue with failure of a catalyst early warming-up control system etc., activation of a discharge gas sensor will also be overdue.

[0008] Paying attention to the correlation of the progress condition of warming up of such a catalyst, and the progress condition of activation of a discharge gas sensor, this invention is judging the progress condition of activation of a discharge gas sensor after an internal combustion engine's starting, judges the progress condition of warming up of a catalyst indirectly, and diagnoses the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system. In this case, since the discharge gas sensor currently installed for Air Fuel Ratio Control should just be used for the discharge gas sensor used for an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system, while it does not need to form a sensor with a new sensor etc. whenever [ catalyst temperature ] and fills the demand of low-cost-izing, the function to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up system is realizable.

[0009] In this case, you may make it judge like claim 2 as an approach of judging the progress condition of activation of a discharge gas sensor, using the parameter correlated with time amount until a discharge gas sensor is activated, or it. For example, if time amount until a discharge gas sensor is activated becomes long, it can be judged that the progress condition of activation of a discharge gas sensor is late.

~~[0010] Moreover, you may make it judge like claim 3 using the parameter which correlates the progress condition of activation of a discharge gas sensor with the power consumption addition value of a heater until this discharge gas sensor is activated, or it in the case of the discharge gas sensor having a heater. As mentioned above, the discharge gas sensor with a built-in heater needs to increase the heater heat (power consumption addition value of a heater) which will be supplied by the time the part and a discharge gas sensor are activated, if the exhaust air heat supplied to a discharge gas sensor by the abnormalities of a catalyst early warming-up control system decreases in order that activation may progress with both generation of heat of a heater, and exhaust air heat. Therefore, if the power consumption addition value of a heater until a discharge gas sensor is activated increases, it can be judged that the progress condition of activation of the discharge gas sensor by exhaust air heat is late.~~

[0011] In this case, after a discharge gas sensor reaches a predetermined activity degree after an internal combustion engine's starting, you may make it the judgment of the progress condition of activation of a discharge gas sensor start the judgment of the progress condition of activation of this discharge gas sensor like claim 4, although you may make it start from immediately after an internal combustion engine's starting. If it does in this way, even if the temperature (activity degree) of the discharge gas sensor of the time of starting of an internal combustion engine differs, the judgment of the progress condition of activation of a discharge gas sensor can be started on the always same conditions, and the judgment precision of the progress condition of activation can be improved.

[0012] After catalyst early warming-up control is started after an internal combustion engine's starting, you may make it start the judgment of the progress condition of activation of this discharge gas sensor like claim 5 in consideration of catalyst early warming-up control of ignition timing lag control etc. being started, after waiting for a while generally until an internal combustion engine's operational status is stabilized to some extent after an internal combustion engine's starting. If it does in this way, without being influenced of dispersion in the operational status of the internal combustion engine before catalyst early warming-up control is started, the progress condition of activation of the discharge gas sensor by catalyst early warming-up control can be judged, and the judgment precision of the progress condition of activation can be improved.

[0013] By the way, the exhaust air heating value supplied to a discharge gas sensor is decided by the exhaust-gas flow rate and the exhaust-gas temperature, an exhaust-gas flow rate changes with inhalation air contents, an exhaust-gas temperature changes with ignition timing, an air-fuel ratio, the amount of valves overlap of an adjustable valve timing device, the temperature (cooling water temperature, oil temperature) of an exhaust pipe, etc., and the temperature of an exhaust pipe changes with transit airflow (vehicle speed), outside air temperature, etc. which cool an exhaust pipe further. Therefore, according to environmental conditions, such as service conditions, such as an internal combustion engine's inhalation air content, and outside air temperature, the exhaust air heating value supplied to a discharge gas sensor

changes, and the progress condition of activation of a discharge gas sensor changes.

[0014] You may make it an amendment means amend the judgment results (time amount, a heater power consumption addition value, etc. which activation takes) of the progress condition of activation of a discharge gas sensor, or the criteria of an abnormality diagnosis like claim 6 in consideration of this point according to an internal combustion engine's service condition and/or environmental condition in the period which judges the progress condition of activation of a discharge gas sensor. Or when amendments are a difficult service condition and an environmental condition, you may make it suspend an abnormality judging. If it does in this way, even if an internal combustion engine's service condition and environmental condition differ from each other, the progress condition of activation of a discharge gas sensor can be judged on the always almost same conditions, and the judgment precision of the progress condition of activation can be improved.

[0015] Moreover, you may make it detect the component impedance of this discharge gas sensor as a parameter showing the activity degree of a discharge gas sensor like claim 7 paying attention to a component impedance changing according to the temperature (activity degree) of a discharge gas sensor. If it does in this way, even if it does not form the temperature sensor which detects the temperature of a discharge gas sensor, the temperature (activity degree) of a discharge gas sensor is detectable with a sufficient precision from the detection value of a component impedance.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained based on a drawing. First, based on drawing 1, the outline configuration of the whole engine control system is explained. An air cleaner 13 is formed in the maximum upstream section of the inlet pipe 12 of the engine 11 which is an internal combustion engine, and the air flow meter 14 which detects an inhalation air content to the downstream of this air cleaner 13 is formed in it. The throttle valve 15 and the throttle opening sensor 16 which detects throttle opening are formed in the downstream of this air flow meter 14.

[0017] Furthermore, a surge tank 17 is formed in the downstream of a throttle valve 15, and the pressure-of-induction-pipe force sensor 18 which detects the pressure-of-induction-pipe force to this surge tank 17 is formed in it. Moreover, the inlet manifold 19 which introduces air into each gas column of an engine 11 is formed in a surge tank 17, and the fuel injection valve 20 which injects a fuel, respectively is attached in it near the suction port of the inlet manifold 19 of each gas column. Moreover, an ignition plug 21 is attached in the cylinder head of an engine 11 for every gas column, and it is lit by the spark discharge of each point fire plug 21 at the gaseous mixture in a cylinder.

[0018] Moreover, the cooling coolant temperature sensor 22 which detects cooling water temperature, and the crank angle sensor 23 which detects an engine speed are attached in the cylinder block of an engine 11.

[0019] On the other hand, the catalysts 25, such as a three way component catalyst which reduces CO, HC, NOx, etc. in an exhaust gas, are formed in the exhaust pipe 24 of an engine 11, and the air-fuel ratio sensor 26 (discharge gas sensor) which detects the air-fuel ratio of an exhaust gas to the upstream of this catalyst 25 is formed in it. Since the sensor component 27 (refer to drawing 2) of this air-fuel ratio sensor 26 has high activity temperature (about 600-700 degrees C or more), it is difficult to activate the sensor component 27 at an early stage after engine starting only with the heat of an exhaust gas. Then, while the air-fuel ratio sensor 26 contains a heater 28 and activates the sensor component 27 at an early stage by generation of heat of this heater 28, he is trying to control the energization to a heater 28 to maintain the temperature of the sensor component 27 during engine operation in an activity temperature requirement. Depending on the temperature of the sensor component 27, it is alike, therefore the impedance (henceforth a "component impedance")  $Z_{dc}$  of the sensor component 27 of this air-fuel ratio sensor 26 has the property that the temperature of the sensor component 27 rises and that the component impedance  $Z_{dc}$  falls (refer to drawing 16).

[0020] This air-fuel ratio sensor 26 is controlled by the sensor control circuit 29. The submicrocomputer (it is written as a "submicrocomputer" below) 31 which transmits and receives data between the engine control circuits 30 is formed in the sensor control circuit 29. The engine control circuit 30 is a microcomputer which serves as a subject who controls the engine 11 whole, outputs the ignition command signal and injection signal which were calculated according to ignition / injection control routine memorized by the ROM (not shown) to an ignition 42 and a fuel injection valve 20, and controls ignition / injection actuation while it plays the role of the host microcomputer to the submicrocomputer 31.

[0021] On the other hand, in order for the submicrocomputer 31 to contain the backup RAM35 grade backed up with CPU32, ROM33 (storage), RAM34, and a dc-battery (not shown) and to control the

applied voltage of the sensor component 27. An applied-voltage command signal is outputted to the component applied-voltage control circuit 37 through D/A converter 36, and it controls to hold the applied voltage (electrical-potential-difference difference of the both ends of the sensor component 27) of the sensor component 27 on a predetermined electrical potential difference by this component applied-voltage control circuit 37 at the time of the usual air-fuel ratio detection. The current detector 38 which detects the component current produced for the sensor component 27 according to the air-fuel ratio in an exhaust gas is built in the component applied-voltage control circuit 37, and the electrical potential difference according to the component current detected in this current detector 38 is incorporated in the submicrocomputer 31 as an air-fuel ratio detecting signal through A/D converter 39.

[0022] Moreover, the submicrocomputer 31 inputs a duty signal into the heater control circuit 40, and controls the duty factor (duty ratio) of a heater 28 by this heater control circuit 40. The potential difference (heater voltage) and the heater current of both ends of this heater 28 are detected by the heater control circuit 40, and that detecting signal is inputted into the submicrocomputer 31 through A/D converter 41.

[0023] Each routine of drawing 3 for controlling the current (henceforth the "heater current") of a heater 28 and drawing 7 is memorized by ROM33 of this submicrocomputer 31. Hereafter, the contents of processing of each routine performed with the submicrocomputer 31 are explained.

[0024] The heater control routine shown in drawing 3 is started by timer interrupt processing with a predetermined period (for example, periods of 128ms). Starting of this routine judges first whether the sensor component 27 reached the half-active state at step 101 by whether the component impedance Zdc of the air-fuel ratio sensor 26 fell below to the predetermined half-activity decision value (for example, 200ohms).

[0025] Under the present circumstances, the component impedance Zdc is detected as follows. As shown in drawing 4, after changing temporarily the applied voltage of the air-fuel ratio sensor 26 in the forward direction at the time of detection of the component impedance Zdc, it is made to change in the negative direction. And the component impedance Zdc is computed by the degree type from electrical-potential-difference variation  $\Delta V$  when changing applied voltage in the forward direction (or the negative direction), and current variation  $\Delta I$ .  $Zdc = \Delta V / \Delta I$  [0026] In addition, this detection approach is an example, and based on the electrical potential difference of positive/negative both sides, and the variation of a current, the component impedance Zdc may be detected or it may compute the component impedance Zdc ( $= V_{neg} / I_{neg}$ ) from the sensor current  $I_{neg}$  when impressing the negative applied voltage  $V_{neg}$ .

[0027] When it judges that the component impedance Zdc is not falling below to a half-activity decision value (200ohms) at the above-mentioned step 101, the sensor component 27 judges that a half-active state is not reached, progresses to step 102, and controls energization of a heater 28 by "100% energization control." This 100% energization control is control which maintains the duty factor (duty ratio) of a heater 28 to 100%, maintains the calorific value of a heater 28 to max, and promotes the temperature rise of the sensor component 27. During the period when the sensor component 27 has not reached a half-active state, energization control continues this 100% and it carries out.

[0028] The temperature of the sensor component 27 rises by generation of heat of a heater 28. Then, at step 101 When it judges that the component impedance Zdc fell below to the half-activity decision value (200ohms) It judges that the sensor component 27 reached the half-active state, progresses to step 103, and judges whether it is below a decision value predetermined for the component impedance Zdc to start component impedance feedback control (for it to be written as "component impedance F/B control" below). Here, the decision value of component impedance F/B control initiation judges whether the temperature of the sensor component 27 carried out the temperature up to near activity temperature (that is, was the sensor component 27 activated or not?), and is set as a value larger about 10ohms than the target impedance ZdcTG by which storage maintenance is carried out into backup RAM 24. For example, when the initial value (value before sensor degradation) of the target impedance ZdcTG is 30ohms, the decision value of component impedance F/B control initiation is set as  $30 + 10 = 40\text{ohm}$ .

[0029] When judged with "No" at this step 103, the temperature up is carried out to near activity temperature, and the temperature of the sensor component 27 judges that there is nothing (not activated), progresses to step 104, and controls energization of a heater 28 by "power control." Under the present circumstances, from the map shown in drawing 5 according to the component impedance Zdc, a power command value is determined and duty ratio Duty of a heater 28 is computed according to that power command value. The sensor component 27 is a half-active state, and this power control is carried out at the period before activation is completed.

[0030] Then, it progresses to step 108 and judges whether it is beyond the predetermined power guard

value WHGD with which the power command value was computed by the power guard value configuration routine (not shown), and if a power command value is beyond the power guard value WHGD, it will progress to step 109, guard processing of the power command value will be carried out with the power guard value WHGD (power command value = WHGD), and this routine will be ended. On the other hand, if a power command value is smaller than the power guard value WHGD, the power command value computed at step 104 will be adopted as it is, and this routine will be ended.

[0031] Then, when the temperature of the sensor component 27 carried out the temperature up to near activity temperature and this routine is started, it is judged with "Yes" at step 103, the target impedance configuration routine of drawing 7 later progressed and mentioned to step 105 is performed, and the target impedance ZdcTG is set up. Then, it progresses to step 106 and component impedance F/B control is carried out. In this component impedance F/B control, duty ratio Duty which is the duty factor of a heater 28 is computed as follows, for example using PID control.

[0032] First, Proportional GP, the integral term GI, and the differential term GD are computed by the following (1) - (3) type.

$$GP=KP-(Zdc-ZdcTG) \dots (1)$$

$$GI=GI(i-1)+KI-(Zdc-ZdcTG) \dots (2)$$

$$GD=KD-\{Zdc-Zdc(i-1)\} \dots (3)$$

Here, KP is a differential constant and a proportionality constant and KI are [ an integration constant and KD ] GI (i-1) and Zdc (i-1). It is a value at the time of processing last time.

[0033] And while computing duty ratio Duty of a heater 28 by integrating the above-mentioned proportional GP, the integral term GI, and the differential term GD (Duty=GP+GI+GD), the power command value corresponding to computed duty ratio Duty is computed. In addition, control of duty ratio Duty is not limited to the above-mentioned PID control, and may use PI control and P control.

[0034] And the component impedance F/B execution flag XFB is set to "1" at the following step 107. It is shown whether component impedance F/B control is carried out, as for this flag XFB, XFB=1 means implementation of component impedance F/B control, and XFB=0 means un-carrying [ of component impedance F/B control ] out. In addition, this flag XFB is reset by "0" at the time of ON actuation of an ignition key.

[0035] The power guard value WHGD is computed by the power guard value configuration routine (not shown), and guard processing of a power command value is performed also for during a component impedance F/B control period (steps 108 and 109). When the power command value has reached the power guard value WHGD at this time, duty ratio Duty computed at the above-mentioned step 106 is corrected according to the power guard value WHGD.

[0036] According to the temperature rise (fall of the component impedance Zdc) of the sensor component 27, control of a heater 28 is performed in order of 100% energization control -> power control as mentioned above, the temperature of the sensor component 27 is raised to near activity temperature, it is maintaining the component impedance Zdc to the target impedance ZdcTG by component impedance F/B control after that, and the temperature of the sensor component 27 is held to activity temperature.

[0037] By the way, although the temperature of the sensor component 27 will be maintained by the optimal activity temperature of about 700 degrees C if the target impedance ZdcTG is set as 30 ohms before degradation of the air-fuel ratio sensor 26 as shown in drawing 6 when desired value (the optimal activity temperature) of the temperature of the sensor component 27 is made into 700 degrees C. If the air-fuel ratio sensor 26 deteriorates, in 30ohms, a chip temperature will be large the optimal activity temperature of 700 degrees C, and the target impedance ZdcTG will exceed (the chip temperature at this time rises, so that degradation progresses).

[0038] So, with this operation gestalt, by performing the target impedance configuration routine shown in drawing 7, even when the air-fuel ratio sensor 26 deteriorates, the target impedance ZdcTG is amended to an increment side according to the degradation degree of the sensor component 27 so that the temperature of the sensor component 27 can be maintained near the optimal activity temperature of 700 degrees C.

[0039] The target impedance configuration routine of drawing 7 is a subroutine performed at step 105 of the heater control routine of drawing 3. If this program is started, it will judge [ of component impedance F/B control ] first whether it is under activation (XFB=1) at step 111. When component impedance F/B control is not started, it progresses to step 112 (when it is XFB=0), the target impedance ZdcTG is read from backup RAM 24, and it is set up as initial value. The initial value of this target impedance ZdcTG is used at the time of initiation of component impedance F/B control of said step 106.

[0040] Then, when switched to component impedance F/B control (XFB=1), it judges whether the heater power WH which progressed to step 113, computed heater power WH (=Vhxlh) from the heater voltage



Vh at that time and the heater content Ih, and was computed at the following step 114 is beyond the power guard value WHGD. If judged with  $WH < WHGD$ , it progresses to step 115 and the counter which measures the duration of the condition of " $WH \geq WHGD$ " is cleared to "0", at continuing step 116, the target impedance ZdcTG will be held to the value at that time (for example, if it is an initial state before sensor degradation 30ohms), and this routine will be ended.

[0041] On the other hand, if judged with  $WH \geq WHGD$  at the above-mentioned step 114, it will progress to step 117 and the value of the counter which measures the duration of the condition of " $WH \geq WHGD$ " will be counted up. And it judges whether based on said counter value, the duration of the condition of " $WH \geq WHGD$ " became at the following step 118 beyond predetermined time (for example, for 5 minutes). With [ the duration of the condition of " $WH \geq WHGD$ " ] predetermined time [ under ], it judges that the air-fuel ratio sensor 26 has not deteriorated yet, and progresses to step 116, and the value of the target impedance ZdcTG is held as it is. On the other hand, when the duration of the condition of " $WH \geq WHGD$ " is beyond predetermined time, it judges that the air-fuel ratio sensor 26 has deteriorated, and progresses to step 119, only the predetermined value alpha amends the target impedance ZdcTG to an increment side, and this routine is ended.

[0042] The target impedance ZdcTG amended at the above-mentioned step 119 is stored in backup RAM 35, and storage maintenance is carried out also during a halt of an engine. And the target impedance ZdcTG after this amendment is read at said step 112, when this routine is started after the next engine starting.

[0043] On the other hand, the engine control circuit 30 performs the catalyst early warming-up control routine of drawing 2 for every predetermined crank angle after ON of an ignition switch (not shown), and performs catalyst early warming-up control as follows. Starting of this routine judges first whether the catalyst early warming-up control execution condition is satisfied at step 201. As this catalyst early warming-up control execution condition, it is [ that a catalyst 25 is before warming up (before activity), and ] the operational status which can perform ignition timing lag control (at for example, the time of idle operation), and when all of these conditions are filled, a catalyst early warming-up control execution condition is satisfied, for example. In addition, what is necessary is to judge whether a catalyst 25 is before warming up at the elapsed time after starting, and cooling water temperature, or to make it judge it with the inhalation air content addition value or fuel-oil-consumption addition value after starting, and just to, judge whether a catalyst 25 is before warming up in short using the parameter related to the total heat given to a catalyst 25 after starting.

[0044] When the catalyst early warming-up control execution condition is satisfied, progress to step 202, perform ignition timing lag control, an exhaust air heating value is made to increase, and warming up of a catalyst 25 is promoted. Then, when the catalyst early warming-up control execution condition stopped satisfying, it progresses to step 203, catalyst early warming-up control is ended, and it shifts to the usual ignition timing control.

[0045] Moreover, the engine control circuit 30 starts the abnormality diagnostic routine in catalyst early warming-up control of drawing 9 by timer interrupt processing with a predetermined period (for example, periods of 128ms), performs an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system, and plays a role of an abnormality diagnostic means as used in the field of a claim. In addition, it may be made to perform this routine with the submicrocomputer 31.

[0046] Here, the abnormality diagnostic approach of the catalyst early warming-up control system by this routine is explained roughly. The output level of the air-fuel ratio sensor 26 rises to normal level as the air-fuel ratio sensor 26 is heated, after engine starting carries out the temperature rise of the circumference of the air-fuel ratio sensor 26 by the heat of the flowing exhaust gas, and generation of heat of a heater 28 and activation of the air-fuel ratio sensor 26 progresses by it. If the exhaust air heating value under catalyst early warming-up control decreases and warming up (activation) of a catalyst 25 is overdue with failure of a catalyst early warming-up control system etc., activation of the air-fuel ratio sensor 26 will also be overdue.

[0047] Paying attention to the correlation of the progress condition of warming up of such a catalyst 25, and the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26, by judging the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26 after engine starting, the progress condition of warming up of a catalyst 25 is judged indirectly, and the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system is diagnosed.

[0048] Under the present circumstances, it judges using time amount until, as for a judgment, engine starting to the air-fuel ratio sensor 26 activates the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26, and the power consumption addition value (henceforth a "heater power addition value") of a



heater 28. That is, if the exhaust air heating value under catalyst early warming-up control decreases by failure of a catalyst early warming-up control system etc., while time amount until the air-fuel ratio sensor 26 is activated will become long. By judging whether since a heater power addition value increases, as compared with the decision value, activation of the air-fuel ratio sensor 26 is unusually late, respectively in time amount and a heater power addition value until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from engine starting. It judges whether warming up of a catalyst 25 is unusually late indirectly, and the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system is diagnosed.

[0049] Hereafter, the contents of processing of the abnormality diagnostic routine in catalyst early warming-up control of drawing 9 which performs an abnormality diagnosis of this catalyst early warming-up control system are explained. If this routine is started, before the sensor component 27 is activated, it will judge first whether it is or not at step 301 by whether the component impedance  $Z_{dc}$  of the air-fuel ratio sensor 26 is larger than a predetermined activity decision value (for example, 40ohms). What is necessary is just to set this activity decision value as the same value as the decision value of the component impedance F/B control initiation used at step 103 of said drawing 3.

[0050] It judges, before the sensor component 27 is activated, when it judges that the component impedance  $Z_{dc}$  is larger than a predetermined activity decision value at step 301, and it progresses to step 302, and is the heater power addition value WHSM from starting to last time (i-1). This heater power WH computed at step 113 of said drawing 7 is added, and the storage value of the heater power addition value WHSM is updated.

[0051] Then, it progresses to step 303, the elapsed time counter CNT after starting which measures the elapsed time after starting is counted up, and it is the inhalation air content addition value GASM from starting to last time (i-1) at the following step 304 further. This inhalation air content GA is added and the storage value of the inhalation air content addition value GASM is updated.

[0052] then, when the air-fuel ratio sensor 26 is activated and the component impedance  $Z_{dc}$  of the air-fuel ratio sensor 26 becomes below a predetermined activity decision value (for example, 40ohms), it judges with "No" at step 301 -- having -- step 305 -- progressing -- decision values KWHSM and KCNT of an abnormality diagnosis. It computes by the degree type.

$KWHSM = BWHSM \times CWHSM$ ,  $KCNT = BCNT \times CCNT$  [0053] Here, they are BWHSM and BCNT. It is a base value and is equivalent to the decision value beforehand set up on the engine operation conditions used as criteria. CWHSM and CCNT Engine operation conditions are accepted, respectively and they are the base values BWHSM and BCNT. It is a correction factor for amending. Processing of this step 305 plays a role of an amendment means as used in the field of a claim.

[0054] In consideration of the exhaust air heating value supplied to the air-fuel ratio sensor 26 changing with inhalation air contents GA (exhaust-gas flow rate) by this routine, the inhalation air content addition value GASM until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting is calculated at step 304, and it progresses to step 305 after the activity of the air-fuel ratio sensor 26, it responds to the inhalation air content addition value GASM on the map of drawing 10 and drawing 11, and they are correction factors CWHSM and CCNT. It computes. Under the present circumstances, they are correction factors CWHSM and CCNT, so that the inhalation air content addition value GASM increases in consideration of the exhaust air heating value supplied to the air-fuel ratio sensor 26 increasing, and activation of the air-fuel ratio sensor 26 becoming early, so that the inhalation air content addition value GASM increases. When it is set up so that it may become small, and the inhalation air content addition value GASM is a reference value, they are correction factors CWHSM and CCNT. It is set to 1.0. Base values BWHSM and BCNT Decision values KWHSM and KCNT set up in an experiment or simulation when the inhalation air content addition value GASM was a reference value. It corresponds.

[0055] In addition, the average of the inhalation air content GA is computed instead of the inhalation air content addition value GASM, it responds to the average of the inhalation air content GA, and they are correction factors CWHSM and CCNT. You may make it compute. Moreover, since the exhaust air heating value which an exhaust-gas temperature changes according to an air-fuel ratio, and is supplied to the air-fuel ratio sensor 26 changes, as shown in drawing 12, correction factors CWHSM and CCNT may be set up according to an air-fuel ratio addition value (or average) until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting.

[0056] Or it responds to the parameters (for example, the cooling water temperature at the time of starting, an oil temperature, an intake-air temperature, engine shutdown time amount, etc.) correlated with the exhaust pipe temperature in early stages of starting as shown in drawing 13 since the exhaust air heating value which an exhaust-gas temperature changes according to the exhaust pipe temperature in early stages of starting, and is supplied to the air-fuel ratio sensor 26 changes, and they are correction

factors CWHSM and CCNT. You may set up.

[0057] Moreover, with the engine which carried the adjustable valve timing device, since the exhaust air heating value which an exhaust-gas temperature changes according to the amount of valves overlap, and is supplied to the air-fuel ratio sensor 26 changes, as shown in drawing 14, correction factors CWHSM and CCNT may be set up according to the amount addition value of valves overlap (or average) until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting.

[0058] Moreover, it responds to a vehicle speed addition value (or average) in order that the rise of an exhaust-gas temperature may decrease and activation of the air-fuel ratio sensor 26 may be overdue with it, as the transit airflow which cools an exhaust pipe 24 increases, and the temperature rise of an exhaust pipe 24 decreases as the vehicle speed becomes quick, and it is shown in drawing 15, until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting, and they are correction factors CWHSM and CCNT. You may set up.

[0059] In addition, by this routine, it is based only on one parameter (inhalation air content addition value GASM), and they are the base values BWHSM and BCNT. Although it was made to amend, you may make it two or more parameters amend. In this case, two or more correction factors computed from the map of drawing 10 - drawing 15 etc. are multiplied, or the map or formula which makes two or more parameters a variable is produced, and you may make it compute a correction factor from that map or a formula.

[0060] Moreover, at this routine, they are the base values BWHSM and BCNT. Correction factors CWHSM and CCNT It amends and they are the decision values KWHSM and KCNT of an abnormality diagnosis. Although asked The heater power addition value WHSM until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting, and the counted value of the elapsed time counter CNT after starting A correction factor CWHSM CCNT You may make it amend (in this case, what is necessary is just to use the base values BWHSM and BCNT as decision values KWHSM and KCNT of an abnormality diagnosis as they are).

[0061] They are the decision values KWHSM and KCNT of an abnormality diagnosis at step 305 as mentioned above. After computing, it progresses to step 306, and by whether the conditions of \*\* of a degree and \*\* are fulfilled [ both ], it judges whether activation of the air-fuel ratio sensor 26 progressed normally, and normal/abnormalities of a catalyst early warming-up control system are diagnosed by it.

[0062] \*\* There are few heater power addition values WHSM until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting than a decision value KWHSM ( $WHSM < KWHSM$ ).

\*\* The time amount CNT until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting is a decision value KCNT. Short thing ( $CNT < KCNT$ )

If these two conditions \*\* and \*\* are filled [ both ], it will judge that activation of the air-fuel ratio sensor 26, as a result early warming up of a catalyst 25 were performed normally, will progress to step 307, it will set to "ON" which means that a catalyst early warming-up control system is normal in a normal judging flag, and this routine will be ended.

[0063] On the other hand, if there are conditions which are not filled with two above-mentioned either, condition \*\* and \*\*, it will judge that activation of the air-fuel ratio sensor 26, as a result early warming up of a catalyst 25 were not performed normally, will progress to step 308, it will set to "ON" which means that a catalyst early warming-up control system is unusual in an abnormality judging flag, and this routine will be ended. Processing of the above-mentioned step 306 plays a role of a sensor activity judging means as used in the field of a claim.

[0064] In addition, although it was made to judge with a catalyst early warming-up control system being unusual by this routine when there were conditions which are not filled with two above-mentioned either, condition \*\* and \*\*, they are the decision values KWHSM and KCNT of an abnormality diagnosis. When it is set as a larger value and both two above-mentioned conditions \*\* and \*\* are not filled, you may make it judge with a catalyst early warming-up control system being unusual.

[0065] Or two above-mentioned ones, condition \*\* and \*\*, of operations and judgment processing are omitted, and it may be made to perform only operation of one of the two and judgment processing for simplification of data processing.

[0066] The example of activation of an abnormality diagnosis of the catalyst early warming-up control system explained above is explained using the timing diagram of drawing 16. Drawing 16 shows an example of change, such as the component impedance Zdc of the air-fuel ratio sensor 26 when carrying out the lag of the ignition timing after engine starting, and performing catalyst early warming-up control, heater power WH, and an exhaust-gas temperature.

[0067] After engine starting, a period (component impedance  $Zdc > 200$ -ohm period) until the air-fuel

ratio sensor 26 reaches a half-active state carries out energization control 100% and promotes the temperature up of the air-fuel ratio sensor 26 with generation of heat and the exhaust air heat of a heater 28. It is t1 the time of the air-fuel ratio sensor 26 being in a half-active state by energization control this 100%. Shifting to power control, a period (200ohm>= component impedance Zdc> 40-ohm period) until activation of the air-fuel ratio sensor 26 is completed after that raises the temperature of the air-fuel ratio sensor 26 to near activity temperature with this power control and exhaust air heat. It is t2 the time of this falling to 40ohms or less whose component impedances Zdc are activity decision values. It judges that activation of the air-fuel ratio sensor 26 was completed, and shifts to component impedance F/B control, and F/B control of the heater power WH is carried out, and the temperature of the air-fuel ratio sensor 26 is held to activity temperature so that the component impedance Zdc may be maintained to target impedance 30ohm (when there is no degradation). In addition, heater power WH is a power command value finally computed based on a power guard value and the power by feedback.

[0068] Although it is carrying out the lag of the ignition timing and raising an exhaust-gas temperature during catalyst early warming-up control and the temperature rise (fall of the component impedance Zdc) of the air-fuel ratio sensor 26 is promoted, if a catalyst early warming-up control system becomes unusual, since an exhaust-gas temperature will become lower than always [ forward ], later than always

[ forward ], the fall of the component impedance Zdc will be in the temperature rise of the air-fuel ratio sensor 26. Consequently, at the time of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system, while the time amount CNT until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting becomes longer than always [ forward ], the heater power addition value WHSM becomes larger than always [ forward ].

[0069] Paying attention to this relation, with this operation gestalt, the decision value of an abnormality diagnosis is set up in the middle of the value of forward always, and the value at the time of abnormalities, respectively, and the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system is judged by whether time amount CNT and the heater power addition value WHSM are larger than a decision value about the time amount CNT until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting, and the heater power addition value WHSM. With this operation gestalt explained above, paying attention to the correlation of the progress condition of warming up of a catalyst 25, and the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26, it judges whether the progress condition of warming up of a catalyst 25 is unusually late indirectly, and the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system is diagnosed by judging whether the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26 is unusually late. In this case, since the air-fuel ratio sensor 26 currently installed for Air Fuel Ratio Control should just be used for the air-fuel ratio sensor 26 used for an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system, while it does not need to form a sensor with a new sensor etc. whenever [ catalyst temperature ] and fills the demand of low-cost-izing, the function to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system is realizable.

[0070] And with this operation gestalt, since the decision value of an abnormality diagnosis was amended according to engine operation conditions (inhalation air content etc.) and/or environmental conditions (outside air temperature etc.) until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting, even if an environmental condition differs from engine operation conditions, the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26 can be judged on the always almost same conditions, and the judgment precision of the progress condition of activation can be improved.

[0071] In addition, although the time amount CNT until the air-fuel ratio sensor 26 is activated from starting, and the heater power addition value WHSM were measured with this operation gestalt The time amount CNT after the component impedance Zdc of the air-fuel ratio sensor 26 falls below to a predetermined value (for example, 100ohms) after starting until it falls to an activity decision value (for example, 40ohms), and the heater power addition value WHSM are measured. As compared with a decision value, it may be made to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system this time amount CNT and the heater power addition value WHSM, respectively. If it does in this way, even if the temperature (component impedance Zdc) of the air-fuel ratio sensor 26 of the time of starting differs, the time amount CNT and the heater power addition value WHSM which activation of the air-fuel ratio sensor 26 takes can be measured on the always same conditions, and abnormality accuracy can be improved.

[0072] Moreover, it takes into consideration that catalyst early warming-up control of ignition timing lag control etc. is started after waiting for a while until an engine operation condition is stabilized to some extent after starting. The time amount CNT after catalyst early warming-up control of ignition timing lag control etc. is started after starting until the component impedance Zdc of the air-fuel ratio sensor 26 falls to an activity decision value (for example, 40ohms), and the heater power addition value WHSM are

measured. As compared with a decision value, it may be made to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system this time amount CNT and the heater power addition value WHSM, respectively. If it does in this way, without being influenced of dispersion in the engine operation condition before catalyst early warming-up control is started, the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26 by catalyst early warming-up control can be judged with a sufficient precision, and abnormality accuracy can be improved.

[0073] Moreover, the addition value of the component impedance  $Z_{dc}$  is computed and it may be made to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system for the addition value of this component impedance  $Z_{dc}$  instead of the above-mentioned heater power addition value WHSM as compared with a decision value.

[0074] Moreover, although the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system was diagnosed with said operation gestalt by judging the progress condition of activation of the air-fuel ratio sensor 26 installed in the upstream of a catalyst 25 In the system which installed the discharge gas sensor which detects gas-constituents concentration, such as an oxygen density of an exhaust gas, an air-fuel ratio, or rich/Lean in the downstream of a catalyst 25 You may make it diagnose the existence of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system by judging the progress condition of activation of the discharge gas sensor of the downstream of a catalyst 25.

[0075] Moreover, in the system which installed the discharge gas sensor in both the upstream of a catalyst 25, and the downstream, the progress condition of activation of the discharge gas sensor of the upstream and the progress condition of activation of the discharge gas sensor of the downstream are judged, and it may be made to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system from the judgment result of these both sides synthetically. In this case, a comparison or difference of the judgment results (time amount, a heater power addition value, etc. which activation of a discharge gas sensor takes) of the progress condition of activation of the discharge gas sensor of the upstream and the progress condition of activation of the discharge gas sensor of the downstream may be made to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system.

[0076] As shown in drawing 16, moreover, at the period ( $200\text{ohm} \geq \text{component impedance } Z_{dc} > 40\text{-ohm}$  period) of power control The point that the time of the abnormalities of a catalyst early warming-up control system differs in the rate of change (variation per unit time amount) of the component impedance  $Z_{dc}$  from always [ forward ] is noted. The average of the rate of change of the component impedance  $Z_{dc}$  is computed during the period of power control, and it may be made to perform an abnormality diagnosis of a catalyst early warming-up control system for the rate-of-change average of this component impedance  $Z_{dc}$  as compared with a decision value.

[0077] In addition, the discharge gas sensor arranged to the upstream and/or the downstream of a catalyst 25 is not limited to the air-fuel ratio sensor which detects an air-fuel ratio, but can be carried out with the application of this invention to the system carrying the sensor which detects gas-constituents concentration, such as an oxygen density of an exhaust gas, and the oxygen sensor which detects rich/Lean of an exhaust gas.

[0078] Moreover, with said operation gestalt, although it was made to perform the activity judging of a discharge gas sensor (air-fuel ratio sensor 26) based on the component impedance  $Z_{dc}$ , an activity judging may be performed by whether the output of a discharge gas sensor became beyond the predetermined value. Moreover, in the case of the oxygen sensor which detects rich/Lean of an exhaust gas, an activity judging may be performed by whether the output of an oxygen sensor changed from the Lean output to the rich output.

---

[Translation done.]

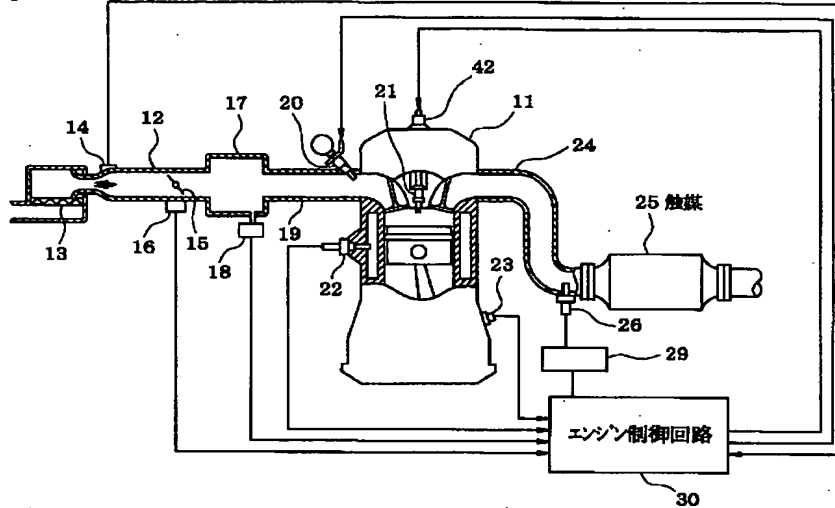
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

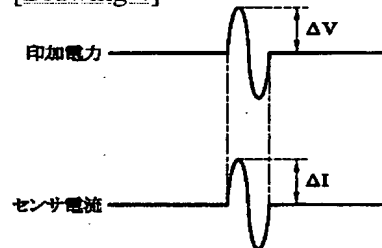
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

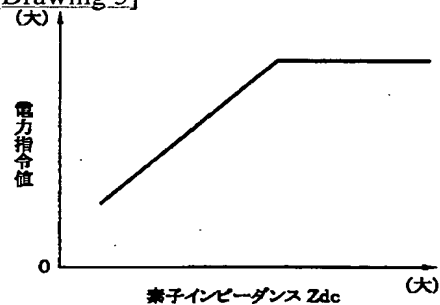
[Drawing 1]



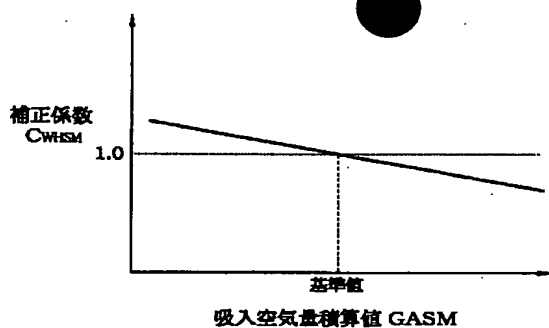
[Drawing 4]



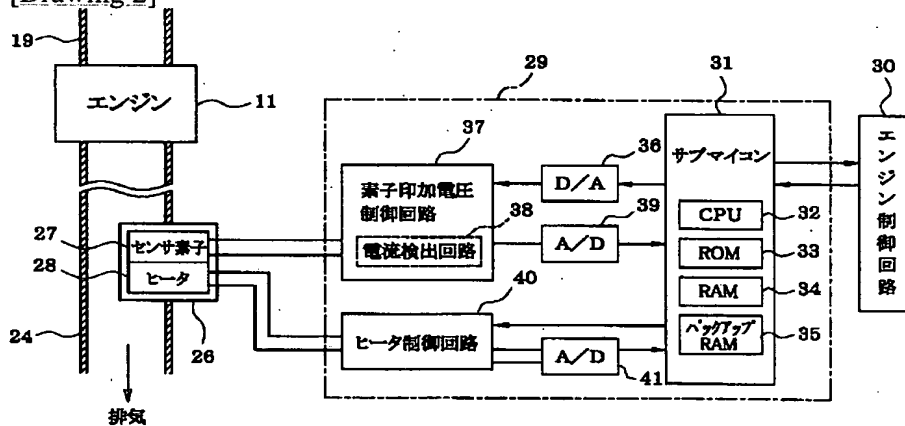
[Drawing 5]



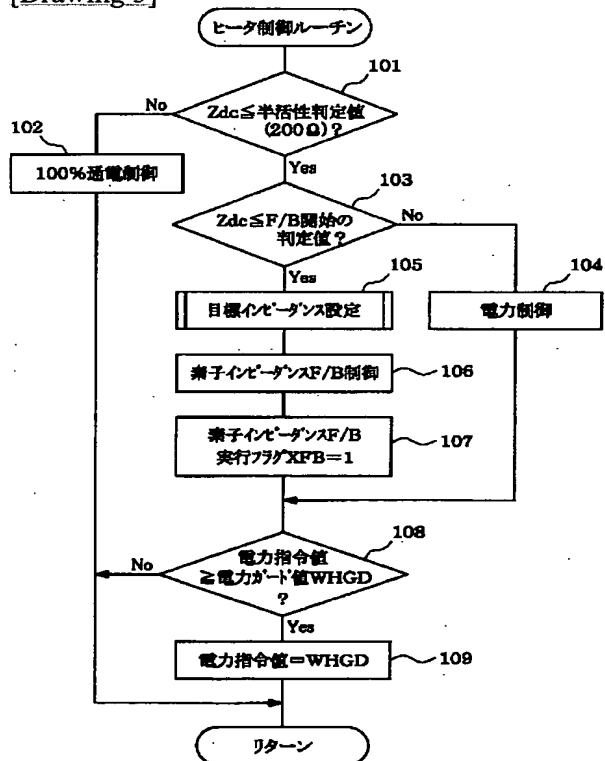
[Drawing 10]



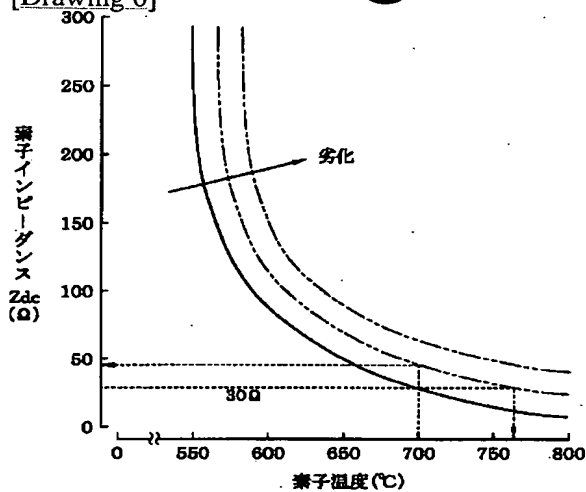
[Drawing 2]



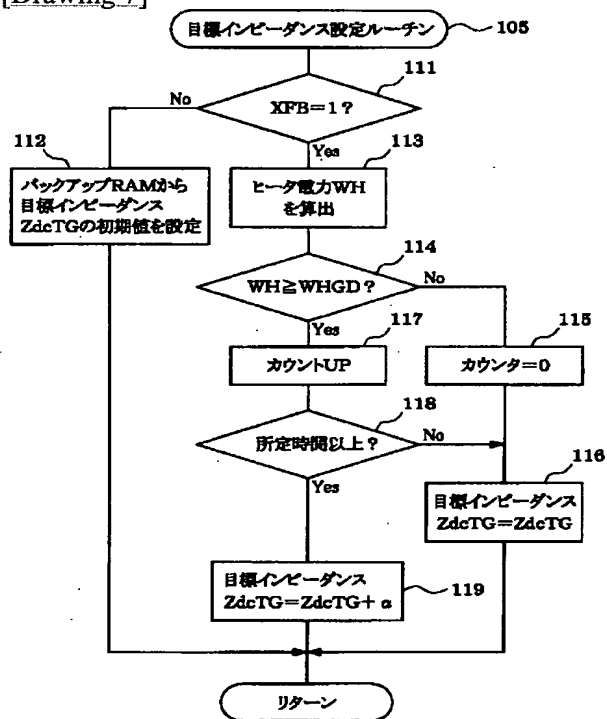
[Drawing 3]



[Drawing 6]

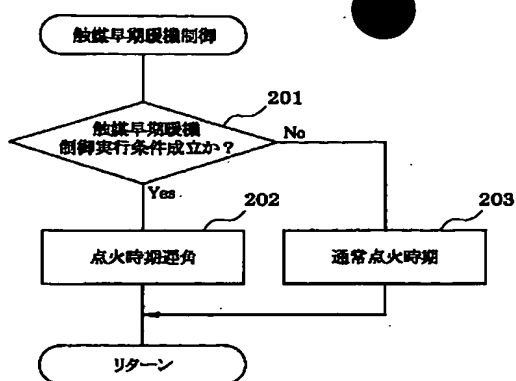


[Drawing 7]

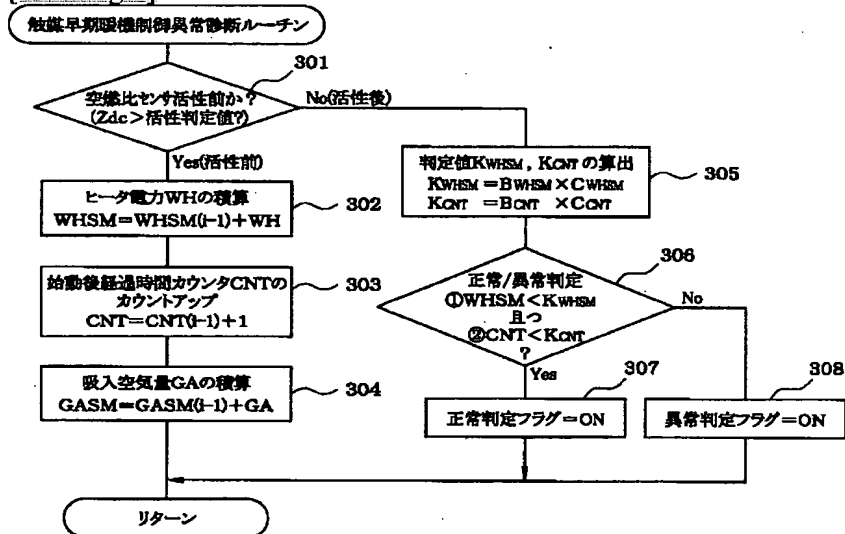


[Drawing 8]

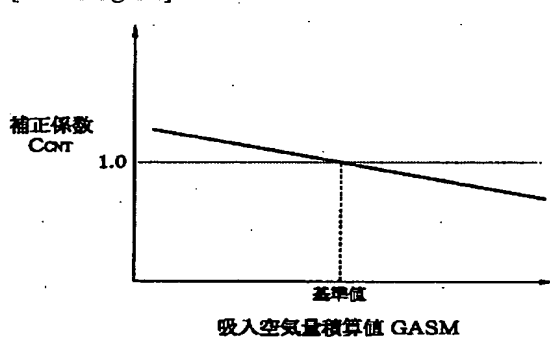




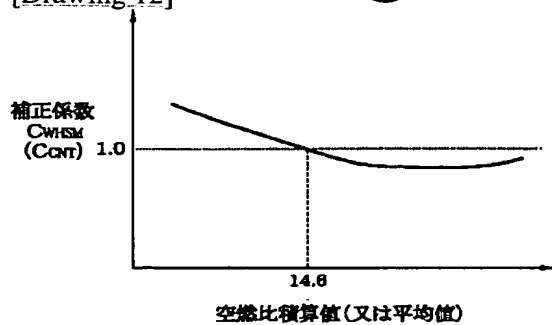
[Drawing 9]



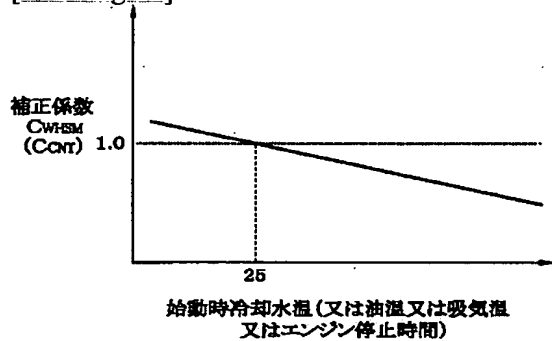
[Drawing 11]



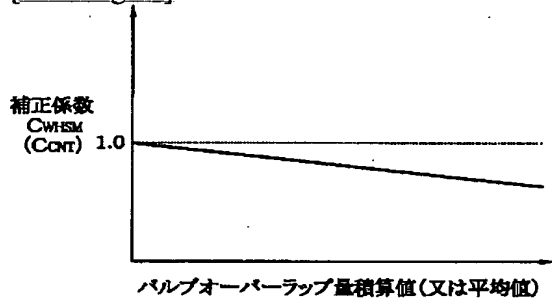
[Drawing 12]



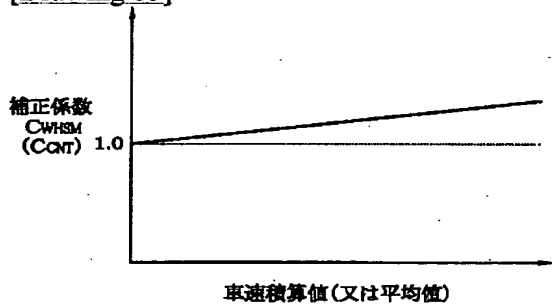
[Drawing 13]



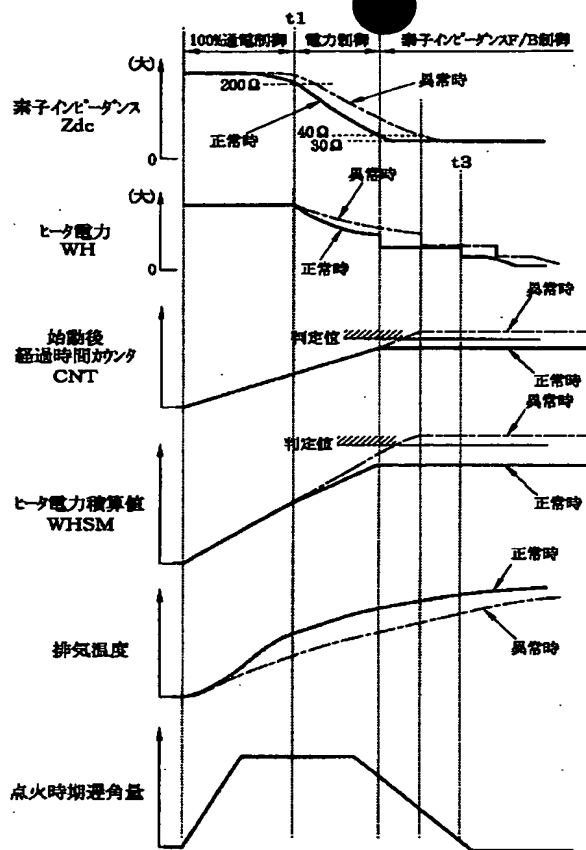
[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-120408

(P 2003-120408A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコード\* (参考)

F02D 45/00

368

F02D 45/00

368

H 3G084

314

314

B 3G091

B01D 53/86

F01N 3/00

F 3G301

F01N 3/00

G 4D048

3/20

C

審査請求 未請求 請求項の数 7

OL

(全15頁)

最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-317588 (P2001-317588)

(22) 出願日 平成13年10月16日 (2001.10.16)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山田 正和

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

(72) 発明者 市川 彰

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内

(74) 代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

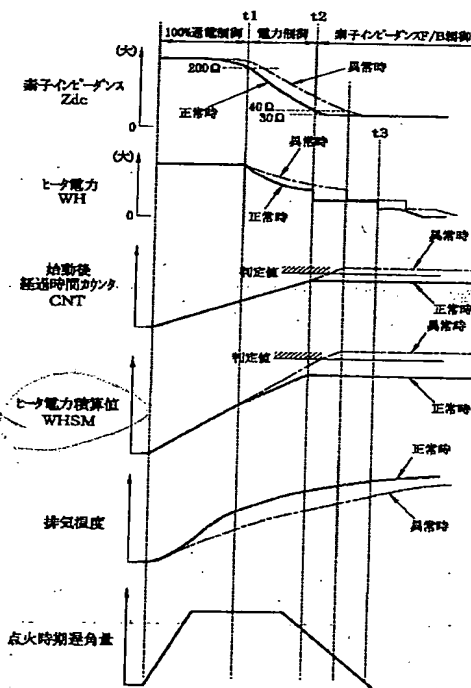
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置

## (57) 【要約】

【課題】 触媒早期暖機システムの異常診断を行う機能を低コスト化の要求を満たしながら実現する。

【解決手段】 触媒早期暖機制御中は、点火時期を遅角して排気温度を上昇させることで、排気系の空燃比センサの温度上昇を促進するが、触媒早期暖機制御システムが異常になると、排気温度が正常時よりも低くなるため、空燃比センサの温度上昇が正常時よりも遅れてしまい、始動から空燃比センサが活性化するまでの時間CNTが正常時よりも長くなると共に、空燃比センサのヒータ電力積算値WHSMが正常時よりも大きくなる。そこで、空燃比センサの温度（活性度合）を空燃比センサの素子インピーダンスZdcにより検出して、空燃比センサが活性化するまでの時間CNTとヒータ電力積算値WHSMを測定し、これらを判定値と比較して触媒早期暖機制御システムの異常の有無を判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排出ガス浄化用の触媒の暖機を促進する触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断する内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置において、

排出ガスの酸素濃度等のガス成分濃度、空燃比、リッチ／リーンのいずれかを検出する排出ガスセンサと、  
内燃機関の始動後に前記排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定するセンサ活性判定手段と、

前記センサ活性判定手段の判定結果に基づいて前記排出ガスセンサの活性化が異常に遅れているか否かを判定して前記触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断する異常診断手段とを備えていることを特徴とする内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

【請求項2】 前記センサ活性判定手段は、前記排出ガスセンサの活性化の進み具合を、該排出ガスセンサが活性化するまでの時間又はそれに相関するパラメータを用いて判定することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

【請求項3】 前記排出ガスセンサは、活性化を促進するヒータを内蔵し、前記センサ活性判定手段は、前記排出ガスセンサの活性化の進み具合を、該排出ガスセンサが活性化するまでの前記ヒータの消費電力積算値又はそれに相関するパラメータを用いて判定することを特徴とする請求項1又は2に記載の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

【請求項4】 前記センサ活性判定手段は、内燃機関の始動後に前記排出ガスセンサが所定の活性度合に達してから該排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定を開始することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

【請求項5】 前記センサ活性判定手段は、内燃機関の始動後に触媒早期暖機制御が開始されてから該排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定を開始することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

【請求項6】 前記センサ活性判定手段で前記排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定する期間中の内燃機関の運転条件及び／又は環境条件に応じて前記センサ活性判定手段の判定結果又は前記異常診断手段の異常診断の判定条件を補正する補正手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

【請求項7】 前記センサ活性判定手段は、前記排出ガスセンサの活性度合を表すパラメータとして該排出ガスセンサの素子インピーダンスを検出することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排出ガス浄化用の触媒の暖機を促進する触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断する内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年の自動車は、排出ガスを浄化するために三元触媒等の触媒を搭載しているが、この触媒は、エンジン始動後に活性温度に暖機されるまでは、排出ガス浄化率が低いため、エンジン始動後に触媒が活性温度に暖機されるまで、点火時期遅角制御等により触媒早期暖機制御を実行して、排気熱量を増加させて触媒を短時間で暖機するようにしている。この触媒早期暖機システムの故障等によって触媒早期暖機制御中の排気熱量が減少して触媒に供給する熱量が不足すると、触媒の暖機（活性化）が遅れて、エンジン始動後の排気エミッションが悪化してしまうため、触媒早期暖機システムの異常を早期に検出する必要がある。

【0003】そこで、特開2001-132438号公報に示すように、触媒の温度を検出する触媒温度センサを設け、この触媒温度センサで検出した触媒温度と、始動後の積算吸入空気量に基づいて推定した推定触媒温度とを比較して、触媒早期暖機システムの異常の有無を診断することが提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記公報の構成では、触媒温度を検出するための触媒温度センサを新たに設ける必要があるため、その分、コストアップしてしまい、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができない。

【0005】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、触媒早期暖機システムの異常診断を行う機能を低コスト化の要求を満たしながら実現することができる内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の触媒早期暖機制御システムの異常診断装置は、排出ガスの酸素濃度等のガス成分濃度、空燃比、リッチ／リーンのいずれかを検出する排出ガスセンサを備え、内燃機関の始動後に排出ガスセンサの活性化の進み具合をセンサ活性判定手段により判定し、その判定結果に基づいて排出ガスセンサの活性化が異常に遅れているか否かを異常診断手段により判定して触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するようにしている。

【0007】近年の電子制御化された内燃機関では、排気通路中の触媒の上流側（又は触媒の上流・下流の両側）に排出ガスの酸素濃度等のガス成分濃度、空燃比、リッチ／リーンのいずれかを検出する排出ガスセンサを

設置し、この排出ガスセンサの出力に基づいて空燃比を理論空燃比付近にフィードバック制御することで、触媒の排出ガス浄化効率を高めるようにしている。内燃機関の始動後は、排出ガスセンサも、触媒と同じく、排気熱によって温度上昇し（ヒータ内蔵の排出ガスセンサでは、ヒータの発熱と排気熱の両方によって温度上昇し）、それによって、排出ガスセンサの活性化が進むに従って、排出ガスセンサの出力レベルが正常レベルへ上昇する。もし、触媒早期暖機制御システムの故障等によって触媒早期暖機制御中の排気熱量が減少して触媒の暖機（活性化）が遅れると、排出ガスセンサの活性化も遅れることになる。

【0008】本発明は、このような触媒の暖機の進み具合と排出ガスセンサの活性化の進み具合との相関関係に着目し、内燃機関の始動後に排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定することで、間接的に触媒の暖機の進み具合を判断して、触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するものである。この場合、触媒早期暖機制御システムの異常診断に利用する排出ガスセンサは、空燃比制御のために設置されている排出ガスセンサを利用すれば良いため、触媒温度センサ等の新たなセンサを設ける必要がなく、低コスト化の要求を満たしながら、触媒早期暖機システムの異常診断を行う機能を実現することができる。

【0009】この場合、排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定する方法としては、請求項2のように、排出ガスセンサが活性化するまでの時間又はそれに相関するパラメータを用いて判定するようにしても良い。例えば、排出ガスセンサが活性化するまでの時間が長くなれば、排出ガスセンサの活性化の進み具合が遅いと判断することができる。

【0010】また、ヒータを内蔵した排出ガスセンサの場合は、請求項3のように、排出ガスセンサの活性化の進み具合を、該排出ガスセンサが活性化するまでのヒータの消費電力積算値又はそれに相関するパラメータを用いて判定するようにしても良い。前述したように、ヒータ内蔵の排出ガスセンサは、ヒータの発熱と排気熱の両方によって活性化が進むため、触媒早期暖機制御システムの異常によって排出ガスセンサに供給する排気熱が少なくなれば、その分、排出ガスセンサが活性化するまでに供給するヒータ熱（ヒータの消費電力積算値）を増加する必要がある。従って、排出ガスセンサが活性化するまでのヒータの消費電力積算値が多くなれば、排気熱による排出ガスセンサの活性化の進み具合が遅いと判断することができる。

【0011】この場合、排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定は、内燃機関の始動直後から開始するようにしても良いが、請求項4のように、内燃機関の始動後に排出ガスセンサが所定の活性度合に達してから該排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定を開始するようにし

ても良い。このようにすれば、内燃機関の始動当初の排出ガスセンサの温度（活性度合）が異なっているとしても、排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定を常に同じ条件で開始することができ、活性化の進み具合の判定精度を向上することができる。

【0012】一般に、内燃機関の始動後に内燃機関の運転状態がある程度安定するまで暫く待ってから点火時期遅角制御等の触媒早期暖機制御が開始されることを考慮し、請求項5のように、内燃機関の始動後に触媒早期暖機制御が開始されてから該排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定を開始するようにしても良い。このようにすれば、触媒早期暖機制御が開始される前の内燃機関の運転状態のばらつきの影響を受けずに、触媒早期暖機制御による排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定することができ、活性化の進み具合の判定精度を向上することができる。

【0013】ところで、排出ガスセンサに供給する排気熱量は、排出ガス流量と排気温度とによって決まり、排出ガス流量は、吸入空気量によって変化し、排気温度は、点火時期、空燃比、可変バルブタイミング機構のバルブオーバーラップ量、排気管の温度（冷却水温、油温）等によって変化し、更に、排気管の温度は、排気管を冷やす走行風量（車速）や外気温等によって変化する。従って、内燃機関の吸入空気量等の運転条件や外気温等の環境条件に応じて、排出ガスセンサに供給する排気熱量が変化して排出ガスセンサの活性化の進み具合が変化する。

【0014】この点を考慮して、請求項6のように、排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定する期間中の内燃機関の運転条件及び／又は環境条件に応じて排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定結果（活性化に要する時間、ヒータ消費電力積算値等）又は異常診断の判定条件を補正手段により補正するようにしても良い。或は、補正が困難な運転条件及び環境条件の時は、異常判定を保留するようにしても良い。このようにすれば、内燃機関の運転条件や環境条件が違っても、常に、ほぼ同じ条件で排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定することができ、活性化の進み具合の判定精度を向上することができる。

【0015】また、排出ガスセンサの温度（活性度合）に応じて素子インピーダンスが変化することに着目して、請求項7のように、排出ガスセンサの活性度合を表すパラメータとして該排出ガスセンサの素子インピーダンスを検出するようにしても良い。このようにすれば、排出ガスセンサの温度を検出する温度センサを設けなくても、素子インピーダンスの検出値から排出ガスセンサの温度（活性度合）を精度良く検出することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。まず、図1に基づいてエンジン制

御システム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン11の吸気管12の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ14が設けられている。このエアフローメータ14の下流側には、スロットルバルブ15とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ16とが設けられている。

【0017】更に、スロットルバルブ15の下流側には、サージタンク17が設けられ、このサージタンク17に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ18が設けられている。また、サージタンク17には、エンジン11の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド19が設けられ、各気筒の吸気マニホールド19の吸気ポート近傍に、それぞれ燃料を噴射する燃料噴射弁20が取り付けられている。また、エンジン11のシリンダヘッドには、各気筒毎に点火プラグ21が取り付けられ、各点火プラグ21の火花放電によって筒内の混合気に点火される。

【0018】また、エンジン11のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ22や、エンジン回転速度を検出するクランク角センサ23が取り付けられている。

【0019】一方、エンジン11の排気管24には、排出ガス中のCO、HC、NO<sub>x</sub>等を低減させる三元触媒等の触媒25が設けられ、この触媒25の上流側に排出ガスの空燃比を検出する空燃比センサ26（排出ガスセンサ）が設けられている。この空燃比センサ26のセンサ素子27（図2参照）は、活性温度が高いため（約600～700℃以上）、排出ガスの熱のみでは、エンジン始動後にセンサ素子27を早期に活性化することは困難である。そこで、空燃比センサ26は、ヒータ28を内蔵し、このヒータ28の発熱によりセンサ素子27を早期に活性化させると共に、エンジン運転中にセンサ素子27の温度を活性温度範囲に維持するようにヒータ28への通電を制御するようにしている。この空燃比センサ26のセンサ素子27のインピーダンス（以下「素子インピーダンス」という）Z<sub>dc</sub>は、センサ素子27の温度に依存し、センサ素子27の温度が上昇するに従って、素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>が低下するという特性がある（図16参照）。

【0020】この空燃比センサ26は、センサ制御回路29によって制御される。センサ制御回路29には、エンジン制御回路30との間でデータを送受信するサブマイコン31が設けられている。エンジン制御回路30は、サブマイコン31に対するホストマイコンの役割を果たすと共に、エンジン11全体の制御を行う主体となるマイクロコンピュータであり、そのROM（図示せず）に記憶された点火・噴射制御ルーチンに従って演算した点火指令信号と噴射信号を点火装置42と燃料噴射弁20

に出力して点火・噴射動作を制御する。

【0021】一方、サブマイコン31は、CPU32、ROM33（記憶媒体）、RAM34、バッテリー（図示せず）でバックアップされたバックアップRAM35等を内蔵し、センサ素子27の印加電圧を制御するために、印加電圧指令信号をD/A変換器36を介して素子印加電圧制御回路37に出力し、通常空燃比検出時には、この素子印加電圧制御回路37によってセンサ素子27の印加電圧（センサ素子27の両端の電圧差）を所定電圧で保持するように制御する。素子印加電圧制御回路37には、排出ガス中の空燃比に応じてセンサ素子27に生じる素子電流を検出する電流検出回路38が内蔵され、この電流検出回路38で検出された素子電流に応じた電圧がA/D変換器39を介して空燃比検出信号としてサブマイコン31内に取り込まれる。

【0022】また、サブマイコン31は、デューティ信号をヒータ制御回路40に入力して、このヒータ制御回路40によってヒータ28の通電率（デューティ比）を制御する。このヒータ28の両端の電位差（ヒータ電圧）とヒータ電流がヒータ制御回路40によって検出され、その検出信号がA/D変換器41を介してサブマイコン31に入力される。

【0023】このサブマイコン31のROM33には、ヒータ28の電流（以下「ヒータ電流」という）を制御するための図3及び図7の各ルーチンが記憶されている。以下、サブマイコン31によって実行される各ルーチンの処理内容を説明する。

【0024】図3に示すヒータ制御ルーチンは、所定の周期（例えば128ms周期）でタイマ割り込み処理にて起動される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ101で、空燃比センサ26の素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>が所定の半活性判定値（例えば200Ω）以下に低下したか否かで、センサ素子27が半活性状態に達したか否かを判定する。

【0025】この際、素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>は、次のようにして検出される。図4に示すように、素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>の検出時に空燃比センサ26の印加電圧を一時的に正方向に変化させた後、負方向に変化させる。そして、印加電圧を正方向（又は負方向）に変化させた時の電圧変化量ΔVと電流変化量ΔIとから素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>を次式により算出する。Z<sub>dc</sub>=ΔV/ΔI

【0026】尚、この検出方法は一例であって、正負両側の電圧及び電流の変化量に基づいて素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>を検出したり、負の印加電圧V<sub>neg</sub>を印加した時のセンサ電流I<sub>neg</sub>から素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>(=V<sub>neg</sub>/I<sub>neg</sub>)を算出しても良い。

【0027】上記ステップ101で、素子インピーダンスZ<sub>dc</sub>が半活性判定値（200Ω）以下に低下していないと判定された場合は、センサ素子27が半活性状態



に達していないと判断して、ステップ102に進み、ヒータ28の通電を「100%通電制御」で制御する。この100%通電制御は、ヒータ28の通電率（デューティ比）を100%に維持して、ヒータ28の発熱量を最大に維持してセンサ素子27の温度上昇を促進する制御である。センサ素子27が半活性状態に達していない期間中は、この100%通電制御が継続して実施される。

【0028】その後、ヒータ28の発熱によりセンサ素子27の温度が上昇し、ステップ101で、素子インピーダンスZdcが半活性判定値（200Ω）以下に低下したと判定されたときに、センサ素子27が半活性状態に達したと判断して、ステップ103に進み、素子インピーダンスZdcが素子インピーダンスフィードバック制御（以下「素子インピーダンスF/B制御」と表記する）を開始するための所定の判定値以下であるか否かを判定する。ここで、素子インピーダンスF/B制御開始の判定値は、センサ素子27の温度が活性温度付近まで昇温したか否か（つまりセンサ素子27が活性化したか否か）を判定するものであり、バックアップRAM24内に記憶保持されている目標インピーダンスZdcTGよりも10Ω程度大きい値に設定される。例えば、目標インピーダンスZdcTGの初期値（センサ劣化前の値）が30Ωである場合、素子インピーダンスF/B制御開始の判定値は30+10=40Ωに設定される。

【0029】このステップ103で「No」と判定された場合、センサ素子27の温度が活性温度付近まで昇温していない（活性化していない）と判断して、ステップ104に進み、ヒータ28の通電を「電力制御」により\*

$$GP = KP \cdot (Zdc - ZdcTG) \quad \dots\dots (1)$$

$$GI = GI(i-1) + KI \cdot (Zdc - ZdcTG) \quad \dots\dots (2)$$

$$GD = KD \cdot \{Zdc - Zdc(i-1)\} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、KPは比例定数、KIは積分定数、KDは微分定数であり、GI(i-1)及びZdc(i-1)は前回処理時の値である。

【0033】そして、上記比例項GP、積分項GI、微分項GDを積算して、ヒータ28のデューティ比Dutyを算出すると共に（Duty=GP+GI+GD）、算出したデューティ比Dutyに対応する電力指令値を算出する。尚、デューティ比Dutyの制御は、上記PID制御に限定されるものではなく、PI制御やP制御を用いても良い。

【0034】そして、次のステップ107で、素子インピーダンスF/B実行フラグXFBを「1」にセットする。このフラグXFBは、素子インピーダンスF/B制御が実施されているか否かを示すものであり、XFB=1は素子インピーダンスF/B制御の実施を意味し、XFB=0は素子インピーダンスF/B制御の未実施を意味する。尚、このフラグXFBは、イグニッションキーのオン操作時に「0」にリセットされる。

【0035】素子インピーダンスF/B制御期間中も、

\*制御する。この際、素子インピーダンスZdcに応じて図5に示すマップより電力指令値が決定され、その電力指令値に応じてヒータ28のデューティ比Dutyが算出される。この電力制御は、センサ素子27が半活性状態で且つ活性化が完了する前の期間に実施される。

【0030】その後、ステップ108に進み、電力指令値が電力ガード値設定ルーチン（図示せず）によって算出された所定の電力ガード値WHGD以上であるか否かを判定し、もし、電力指令値が電力ガード値WHGD以上であれば、ステップ109に進み、電力指令値を電力ガード値WHGDでガード処理して（電力指令値=WHGD）、本ルーチンを終了する。一方、電力指令値が電力ガード値WHGDよりも小さければ、ステップ104で算出した電力指令値をそのまま採用して本ルーチンを終了する。

【0031】その後、センサ素子27の温度が活性温度付近まで昇温すると、本ルーチンが起動されたときに、ステップ103で「Yes」と判定され、ステップ105に進み、後述する図7の目標インピーダンス設定ルーチンを実行して、目標インピーダンスZdcTGを設定する。この後、ステップ106に進み、素子インピーダンスF/B制御を実施する。この素子インピーダンスF/B制御では、例えばPID制御を用いてヒータ28の通電率であるデューティ比Dutyを次のようにして算出する。

【0032】まず、次の（1）～（3）式により比例項GP、積分項GI、微分項GDを算出する。

電力ガード値設定ルーチン（図示せず）によって電力ガード値WHGDが算出され、電力指令値のガード処理が行われる（ステップ108、109）。このとき、電力指令値が電力ガード値WHGDに達している場合には、上記ステップ106で算出したデューティ比Dutyが電力ガード値WHGDに応じて修正される。

【0036】以上のようにして、センサ素子27の温度上昇（素子インピーダンスZdcの低下）に応じて、ヒータ28の制御を100%通電制御→電力制御の順に実行してセンサ素子27の温度を活性温度付近まで上昇させ、その後は、素子インピーダンスF/B制御により素子インピーダンスZdcを目標インピーダンスZdcTGに維持することで、センサ素子27の温度を活性温度に保持する。

【0037】ところで、センサ素子27の温度の目標値（最適活性温度）を例えば700℃とした場合、図6に示すように、空燃比センサ26の劣化前には目標インピーダンスZdcTGを30Ωに設定すると、センサ素子27の温度が最適活性温度700℃程度に維持される

が、空燃比センサ26が劣化すると、目標インピーダンスZdcTGが30Ωでは、素子温度が最適活性温度700℃を大きく越えてしまう（このときの素子温度は、劣化が進むほど上昇する）。

【0038】そこで、本実施形態では、図7に示す目標インピーダンス設定ルーチンを実行することで、空燃比センサ26が劣化したときでも、センサ素子27の温度を最適活性温度700℃付近に維持できるように、目標インピーダンスZdcTGをセンサ素子27の劣化度合に応じて増加側に補正する。

【0039】図7の目標インピーダンス設定ルーチンは、図3のヒータ制御ルーチンのステップ105で実行されるサブルーチンである。本プログラムが起動されると、まず、ステップ111で、素子インピーダンスF/B制御の実行中（XFB=1）であるか否かを判定する。素子インピーダンスF/B制御が開始されていない場合（XFB=0の場合）、ステップ112に進み、バックアップRAM24から目標インピーダンスZdcTGを読み出し、それを初期値として設定する。この目標インピーダンスZdcTGの初期値は、前記ステップ106の素子インピーダンスF/B制御の開始時に使用される。

【0040】その後、素子インピーダンスF/B制御（XFB=1）に切り換えられたときに、ステップ113に進み、その時のヒータ電圧Vhとヒータ電流Ihとからヒータ電力WH（=Vh×Ih）を算出し、次のステップ114で、算出したヒータ電力WHが電力ガード値WHGD以上であるか否かを判定する。もし、WH<WHGDと判定されれば、ステップ115に進み、「WH≥WHGD」の状態の継続時間を計測するカウンタを「0」にクリアし、続くステップ116で、目標インピーダンスZdcTGをその時の値（例えばセンサ劣化前の初期状態であれば、30Ω）に保持して本ルーチンを終了する。

【0041】一方、上記ステップ114でWH≥WHGDと判定されれば、ステップ117に進み、「WH≥WHGD」の状態の継続時間を計測するカウンタの値をカウントアップする。そして、次のステップ118で、前記カウンタ値に基づき、「WH≥WHGD」の状態の継続時間が所定時間（例えば5分間）以上になったか否かを判定する。もし、「WH≥WHGD」の状態の継続時間が所定時間未満であれば、まだ空燃比センサ26が劣化していないと判断して、ステップ116に進み、目標インピーダンスZdcTGの値をそのまま保持する。これに対し、「WH≥WHGD」の状態の継続時間が所定時間以上の場合、空燃比センサ26が劣化していると判断して、ステップ119に進み、目標インピーダンスZdcTGを所定値αだけ増加側に補正して本ルーチンを終了する。

【0042】上記ステップ119で補正した目標インピー

ダンスZdcTGは、バックアップRAM35に格納され、エンジンの停止中も記憶保持される。そして、この補正後の目標インピーダンスZdcTGは、次のエンジン始動後に本ルーチンを起動したときに、前記ステップ112で読み込まれる。

【0043】一方、エンジン制御回路30は、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定クランク角毎に図2の触媒早期暖機制御ルーチンを実行し、次のようにして触媒早期暖機制御を実行する。本ルーチンが起動されると、まずステップ201で、触媒早期暖機制御実行条件が成立しているか否かを判定する。この触媒早期暖機制御実行条件としては、例えば、触媒25が暖機前（活性前）であること、点火時期遅角制御を実行可能な運転状態であること（例えばアイドル運転時）等であり、これらの条件が全て満たされたときに触媒早期暖機制御実行条件が成立する。尚、触媒25が暖機前であるか否かは、始動後経過時間と冷却水温で判断したり、或は、始動後の吸入空気量積算値又は燃料噴射量積算値で判断するようにして良く、要は、始動後に触媒25に与える総熱量に関係するパラメータを用いて触媒25が暖機前であるか否かを判定すれば良い。

【0044】触媒早期暖機制御実行条件が成立している場合は、ステップ202に進み、点火時期遅角制御を実行して、排気熱量を増加させて触媒25の暖機を促進する。その後、触媒早期暖機制御実行条件が成立しなくなった時点で、ステップ203に進み、触媒早期暖機制御を終了して通常の点火時期制御に移行する。

【0045】また、エンジン制御回路30は、図9の触媒早期暖機制御異常診断ルーチンを所定の周期（例えば128ms周期）でタイマ割り込み処理にて起動して、触媒早期暖機制御システムの異常診断を実行し、特許請求の範囲でいう異常診断手段としての役割を果たす。尚、本ルーチンは、サブマイコン31で実行するようにしても良い。

【0046】ここで、本ルーチンによる触媒早期暖機制御システムの異常診断方法を概略的に説明する。エンジン始動後は、空燃比センサ26の周辺を流れる排出ガスの熱とヒータ28の発熱によって空燃比センサ26が加熱されて温度上昇し、それによって、空燃比センサ26の活性化が進むに従って、空燃比センサ26の出力レベルが正常レベルへ上昇する。もし、触媒早期暖機制御システムの故障等によって触媒早期暖機制御中の排気熱量が減少して触媒25の暖機（活性化）が遅れると、空燃比センサ26の活性化も遅れることになる。

【0047】このような触媒25の暖機の進み具合と空燃比センサ26の活性化の進み具合の相関関係に着目し、エンジン始動後に空燃比センサ26の活性化の進み具合を判定することで、間接的に触媒25の暖機の進み具合を判断して、触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するものである。

【0048】この際、空燃比センサ26の活性化の進み具合を判定は、エンジン始動から空燃比センサ26が活性化するまでの時間とヒータ28の消費電力積算値（以下「ヒータ電力積算値」という）を用いて判定する。つまり、触媒早期暖機制御システムの故障等によって触媒早期暖機制御中の排気熱量が減少すると、空燃比センサ26が活性化するまでの時間が長くなると共に、ヒータ電力積算値が増加するため、エンジン始動から空燃比センサ26が活性化するまでの時間とヒータ電力積算値をそれぞれ判定値と比較して空燃比センサ26の活性化が異常に遅れているか否かを判定することで、間接的に触媒25の暖機が異常に遅れているか否かを判定して触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するものである。

【0049】以下、この触媒早期暖機制御システムの異常診断を行う図9の触媒早期暖機制御異常診断ルーチンの処理内容を説明する。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ301で、空燃比センサ26の素子インピーダンス $Z_{dc}$ が所定の活性判定値（例えば $40\Omega$ ）よりも大きいと否かで、センサ素子27が活性化する前であるか否かを判定する。この活性判定値は、前記図3のステップ103で用いた素子インピーダンス $F/B$ 制御開始の判定値と同じ値に設定すれば良い。

【0050】ステップ301で、素子インピーダンス $Z_{dc}$ が所定の活性判定値よりも大きいと判定された場合は、センサ素子27が活性化する前と判断して、ステップ302に進み、始動から前回までのヒータ電力積算値 $WHSM(i-1)$ に前記図7のステップ113で算出した今回のヒータ電力 $WH$ を加算して、ヒータ電力積算値 $WHSM$ の記憶値を更新する。

【0051】この後、ステップ303に進み、始動後の経過時間を計測する始動後経過時間カウンタ $CNT$ をカウンタアップし、更に、次のステップ304で、始動から前回までの吸入空気量積算値 $GASM(i-1)$ に今回の吸入空気量 $GA$ を加算して、吸入空気量積算値 $GASM$ の記憶値を更新する。

【0052】その後、空燃比センサ26が活性化して空燃比センサ26の素子インピーダンス $Z_{dc}$ が所定の活性判定値（例えば $40\Omega$ ）以下になった時点で、ステップ301で「No」と判定されて、ステップ305に進み、異常診断の判定値 $K_{WHSM}$ 、 $K_{CNT}$ を次式により算出する。

$$K_{WHSM} = B_{WHSM} \times C_{WHSM}$$

$$K_{CNT} = B_{CNT} \times C_{CNT}$$

【0053】ここで、 $B_{WHSM}$ と $B_{CNT}$ はベース値であり、予め、基準となるエンジン運転条件で設定した判定値に相当する。 $C_{WHSM}$ と $C_{CNT}$ は、それぞれエンジン運転条件に応じてベース値 $B_{WHSM}$ 、 $B_{CNT}$ を補正するための補正係数である。このステップ305の処理が特許請求の範囲という補正手段としての役割を果たす。

【0054】本ルーチンでは、空燃比センサ26に供給する排気熱量が吸入空気量 $GA$ （排出ガス流量）によって変化することを考慮して、ステップ304で、始動から空燃比センサ26が活性化するまでの吸入空気量積算値 $GASM$ を求め、空燃比センサ26の活性化後に、ステップ305に進み、図10及び図11のマップにより吸入空気量積算値 $GASM$ に応じて補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ を算出する。この際、吸入空気量積算値 $GASM$ が多くなるほど、空燃比センサ26に供給する排気熱量が多くなって空燃比センサ26の活性化が早くなることを考慮して、吸入空気量積算値 $GASM$ が多くなるほど、補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ が小さくなるように設定され、吸入空気量積算値 $GASM$ が基準値のときに補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ が1.0となる。ベース値 $B_{WHSM}$ 、 $B_{CNT}$ は、吸入空気量積算値 $GASM$ が基準値のときに実験又はシミュレーション等で設定した判定値 $K_{WHSM}$ 、 $K_{CNT}$ に相当する。

【0055】尚、吸入空気量積算値 $GASM$ の代わりに吸入空気量 $GA$ の平均値を算出して、吸入空気量 $GA$ の平均値に応じて補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ を算出するようにしても良い。また、空燃比に応じて排気温度が変化して空燃比センサ26に供給する排気熱量が変化するため、図12に示すように、始動から空燃比センサ26が活性化するまでの空燃比積算値（又は平均値）に応じて補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ を設定しても良い。

【0056】或は、始動初期の排気管温度に応じて排気温度が変化して空燃比センサ26に供給する排気熱量が変化するため、図13に示すように、始動初期の排気管温度に相関するパラメータ（例えば始動時の冷却水温、油温、吸気温、エンジン停止時間等）に応じて補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ を設定しても良い。

【0057】また、可変バルブタイミング機構を搭載したエンジンでは、バルブオーバーラップ量に応じて排気温度が変化して空燃比センサ26に供給する排気熱量が変化するため、図14に示すように、始動から空燃比センサ26が活性化するまでのバルブオーバーラップ量積算値（又は平均値）に応じて補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ を設定しても良い。

【0058】また、車速が速くなるに従って排気管24を冷やす走行風量が増加して排気管24の温度上昇が少なくなり、それによって、排気温度の上昇が少なくなると、空燃比センサ26の活性化が遅れるため、図15に示すように、始動から空燃比センサ26が活性化するまでの車速積算値（又は平均値）に応じて補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ を設定しても良い。

【0059】尚、本ルーチンでは、1つのパラメータ（吸入空気量積算値 $GASM$ ）のみに基づいてベース値 $B_{WHSM}$ 、 $B_{CNT}$ を補正するようにしたが、複数のパラメータによって補正するようにしても良い。この場合は、図10～図15のマップ等から算出した複数の補正係数

10

20

30

40

50

を掛け合わせたり、或は、複数のパラメータを変数とするマップ又は数式を作製して、そのマップ又は数式から補正係数を算出するようにしても良い。

【0060】また、本ルーチンでは、ベース値 $B_{WHSM}$ 、 $B_{CNT}$ を補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ で補正して異常診断の判定値 $K_{WHSM}$ 、 $K_{CNT}$ を求めたが、始動から空燃比センサ26が活性化するまでのヒータ電力積算値 $WHSM$ や始動後経過時間カウンタ $CNT$ のカウンタ値を補正係数 $C_{WHSM}$ 、 $C_{CNT}$ で補正するようにしても良い（この場合は、ベース値 $B_{WHSM}$ 、 $B_{CNT}$ をそのまま異常診断の判定値 $K_{WHSM}$ 、 $K_{CNT}$ として用いれば良い）。

【0061】以上のようにして、ステップ305で異常診断の判定値 $K_{WHSM}$ 、 $K_{CNT}$ を算出した後、ステップ306に進み、次の①と②の条件を両方とも満たすか否かで、空燃比センサ26の活性化が正常に進んだか否かを判定し、それによって、触媒早期暖機制御システムの正常／異常を診断する。

【0062】①始動から空燃比センサ26が活性化するまでのヒータ電力積算値 $WHSM$ が判定値 $K_{WHSM}$ よりも少ないこと（ $WHSM < K_{WHSM}$ ）

②始動から空燃比センサ26が活性化するまでの時間 $CNT$ が判定値 $K_{CNT}$ よりも短いこと（ $CNT < K_{CNT}$ ）  
これら2つの条件①、②を両方とも満たせば、空燃比センサ26の活性化、ひいては触媒25の早期暖機が正常に行われたと判断して、ステップ307に進み、正常判定フラグを触媒早期暖機制御システムが正常であることを意味する「ON」にセットして、本ルーチンを終了する。

【0063】これに対して、上記2つの条件①、②のいずれか一方でも満たさない条件があれば、空燃比センサ26の活性化、ひいては触媒25の早期暖機が正常に行われなかったと判断して、ステップ308に進み、異常判定フラグを触媒早期暖機制御システムが異常であることを意味する「ON」にセットして、本ルーチンを終了する。上記ステップ306の処理が特許請求の範囲でいうセンサ活性判定手段としての役割を果たす。

【0064】尚、本ルーチンでは、上記2つの条件①、②のいずれか一方でも満たさない条件があれば、触媒早期暖機制御システムが異常であると判定するようにしたが、異常診断の判定値 $K_{WHSM}$ 、 $K_{CNT}$ を大きめの値に設定して、上記2つの条件①、②が両方とも満たされないうちに、触媒早期暖機制御システムが異常であると判定するようにしても良い。

【0065】或は、演算処理の簡略化のために、上記2つの条件①、②のいずれか一方の演算、判定処理を省略して、片方の演算、判定処理のみを実行するようにしても良い。

【0066】以上説明した触媒早期暖機制御システムの異常診断の実行例を図16のタイムチャートを用いて説明する。図16は、エンジン始動後に点火時期を遅角し

て触媒早期暖機制御を実行した時の空燃比センサ26の素子インピーダンス $Z_{dc}$ 、ヒータ電力 $WH$ 、排気温度等の変化の一例を示している。

【0067】エンジン始動後、空燃比センサ26が半活性状態に達するまでの期間（素子インピーダンス $Z_{dc} > 200 \Omega$ の期間）は、100%通電制御を実施して、ヒータ28の発熱と排気熱とによって空燃比センサ26の昇温を促進する。この100%通電制御により、空燃比センサ26が半活性状態になった時点 $t_1$ で、電力制御に移行し、その後、空燃比センサ26の活性化が完了するまでの期間（ $200 \Omega \geq$ 素子インピーダンス $Z_{dc} > 40 \Omega$ の期間）は、この電力制御と排気熱とによって空燃比センサ26の温度を活性温度付近まで上昇させる。これにより、素子インピーダンス $Z_{dc}$ が活性判定値である $40 \Omega$ 以下に低下した時点 $t_2$ で、空燃比センサ26の活性化が完了したと判断して、素子インピーダンス $F/B$ 制御に移行し、素子インピーダンス $Z_{dc}$ を目標インピーダンス $30 \Omega$ （劣化のない場合）に維持するようにヒータ電力 $WH$ を $F/B$ 制御して空燃比センサ26の温度を活性温度に保持する。尚、ヒータ電力 $WH$ は、電力ガード値とフィードバックによる電力とに基づいて最終的に算出される電力指令値である。

【0068】触媒早期暖機制御中は、点火時期を遅角して排気温度を上昇させることで、空燃比センサ26の温度上昇（素子インピーダンス $Z_{dc}$ の低下）を促進するが、触媒早期暖機制御システムが異常になると、排気温度が正常時よりも低くなるため、空燃比センサ26の温度上昇が正常時よりも遅れて、素子インピーダンス $Z_{dc}$ の低下が遅れてしまう。その結果、触媒早期暖機制御システムの異常時には、始動から空燃比センサ26が活性化するまでの時間 $CNT$ が正常時よりも長くなると共に、ヒータ電力積算値 $WHSM$ が正常時よりも大きくなる。

【0069】この関係に着目し、本実施形態では、始動から空燃比センサ26が活性化するまでの時間 $CNT$ とヒータ電力積算値 $WHSM$ について、それぞれ正常時の値と異常時の値の中間に異常診断の判定値を設定し、時間 $CNT$ とヒータ電力積算値 $WHSM$ が判定値よりも大きいか否かで、触媒早期暖機制御システムの異常の有無を判定する。以上説明した本実施形態では、触媒25の暖機の進み具合と空燃比センサ26の活性化の進み具合との相関関係に着目し、空燃比センサ26の活性化の進み具合が異常に遅いか否かを判定することで、間接的に触媒25の暖機の進み具合が異常に遅いか否かを判断して、触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するものである。この場合、触媒早期暖機制御システムの異常診断に利用する空燃比センサ26は、空燃比制御のために設置されている空燃比センサ26を利用すれば良いため、触媒温度センサ等の新たなセンサを設ける必要がなく、低コスト化の要求を満たしながら、触媒早期暖機

制御システムの異常診断を行う機能を実現することができる。

【0070】しかも、本実施形態では、始動から空燃比センサ26が活性化するまでのエンジン運転条件（吸入空気量等）及び／又は環境条件（外気温等）に応じて異常診断の判定値を補正するようにしたので、エンジン運転条件や環境条件が違って、常に、ほぼ同じ条件で空燃比センサ26の活性化の進み具合を判定することができ、活性化の進み具合の判定精度を向上することができる。

【0071】尚、本実施形態では、始動から空燃比センサ26が活性化するまでの時間CNTとヒータ電力積算値WHSMを測定したが、始動後に空燃比センサ26の素子インピーダンスZdcが所定値（例えば100Ω）以下に低下してから活性判定値（例えば40Ω）に低下するまでの時間CNTとヒータ電力積算値WHSMを測定し、この時間CNTとヒータ電力積算値WHSMをそれぞれ判定値と比較して、触媒早期暖機制御システムの異常診断を行うようにしても良い。このようにすれば、始動当初の空燃比センサ26の温度（素子インピーダンスZdc）が異なっている、空燃比センサ26の活性化に要する時間CNTとヒータ電力積算値WHSMを常に同じ条件で測定することができ、異常診断精度を向上することができる。

【0072】また、始動後にエンジン運転状態がある程度安定するまで暫く待ってから点火時期遅角制御等の触媒早期暖機制御が開始されることを考慮して、始動後に点火時期遅角制御等の触媒早期暖機制御が開始されてから空燃比センサ26の素子インピーダンスZdcが活性判定値（例えば40Ω）に低下するまでの時間CNTとヒータ電力積算値WHSMを測定し、この時間CNTとヒータ電力積算値WHSMをそれぞれ判定値と比較して、触媒早期暖機制御システムの異常診断を行うようにしても良い。このようにすれば、触媒早期暖機制御が開始される前のエンジン運転状態のばらつきの影響を受けずに、触媒早期暖機制御による空燃比センサ26の活性化の進み具合を精度良く判定することができ、異常診断精度を向上することができる。

【0073】また、前述のヒータ電力積算値WHSMの代わりに、素子インピーダンスZdcの積算値を算出し、この素子インピーダンスZdcの積算値を判定値と比較して、触媒早期暖機制御システムの異常診断を行うようにしても良い。

【0074】また、前記実施形態では、触媒25の上流側に設置した空燃比センサ26の活性化の進み具合を判定することで、触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するようにしたが、触媒25の下流側に排出ガスの酸素濃度等のガス成分濃度、空燃比、リッチ／リーン

進み具合を判定することで、触媒早期暖機制御システムの異常の有無を診断するようにしても良い。

【0075】また、触媒25の上流側と下流側の両方に排出ガスセンサを設置したシステムでは、上流側の排出ガスセンサの活性化の進み具合と下流側の排出ガスセンサの活性化の進み具合を判定して、これら双方の判定結果から総合的に触媒早期暖機制御システムの異常診断を行うようにしても良い。この場合、上流側の排出ガスセンサの活性化の進み具合と下流側の排出ガスセンサの活性化の進み具合の判定結果（排出ガスセンサの活性化に要する時間、ヒータ電力積算値等）の比較又は差によって触媒早期暖機制御システムの異常診断を行うようにしても良い。

【0076】また、図16に示すように、電力制御の期間（ $200\Omega \leq \text{素子インピーダンス} Zdc < 40\Omega$ の期間）に、素子インピーダンスZdcの変化率（単位時間当たりの変化量）が触媒早期暖機制御システムの異常時と正常時とで異なる点に着目し、電力制御の期間中に素子インピーダンスZdcの変化率の平均値を算出し、この素子インピーダンスZdcの変化率平均値を判定値と比較して触媒早期暖機制御システムの異常診断を行うようにしても良い。

【0077】尚、触媒25の上流側及び／又は下流側に配置する排出ガスセンサは、空燃比を検出する空燃比センサに限定されず、排出ガスの酸素濃度等のガス成分濃度を検出するセンサや、排出ガスのリッチ／リーンを検出する酸素センサを搭載したシステムに本発明を適用して実施することができる。

【0078】また、前記実施形態では、排出ガスセンサ（空燃比センサ26）の活性判定を素子インピーダンスZdcに基づいて行うようにしたが、排出ガスセンサの出力が所定値以上になったか否かで活性判定を行っても良い。また、排出ガスのリッチ／リーンを検出する酸素センサの場合は、酸素センサの出力がリーン出力からリッチ出力に変化したか否かで活性判定を行っても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すエンジン制御システム全体の概略構成図

【図2】空燃比検出システムの概略構成を示すブロック図

【図3】ヒータ制御ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図4】素子インピーダンスの検出方法を説明するための図

【図5】素子インピーダンスと電力指令値との関係を規定するマップを概念的に示す図

【図6】素子温度と素子インピーダンスとセンサ素子の劣化との関係を示す特性図

【図7】目標インピーダンス設定ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

(10)

特開2003-120408

17

18

【図8】触媒早期暖機制御ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図9】触媒早期暖機制御異常診断ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図10】吸入空気量積算値 $G_{ASM}$ と補正係数 $C_{WHSM}$ との関係を規定するマップを概念的に示す図

【図11】吸入空気量積算値 $G_{ASM}$ と補正係数 $C_{CNT}$ との関係を規定するマップを概念的に示す図

【図12】空燃比積算値と補正係数 $C_{WHSM}$  ( $C_{CNT}$ ) との関係を規定するマップを概念的に示す図

【図13】始動時冷却水温と補正係数 $C_{WHSM}$  ( $C_{CNT}$ ) との関係を規定するマップを概念的に示す図

【図14】バルブオーバーラップ量積算値と補正係数 $C$

$C_{WHSM}$  ( $C_{CNT}$ ) との関係を規定するマップを概念的に示す図

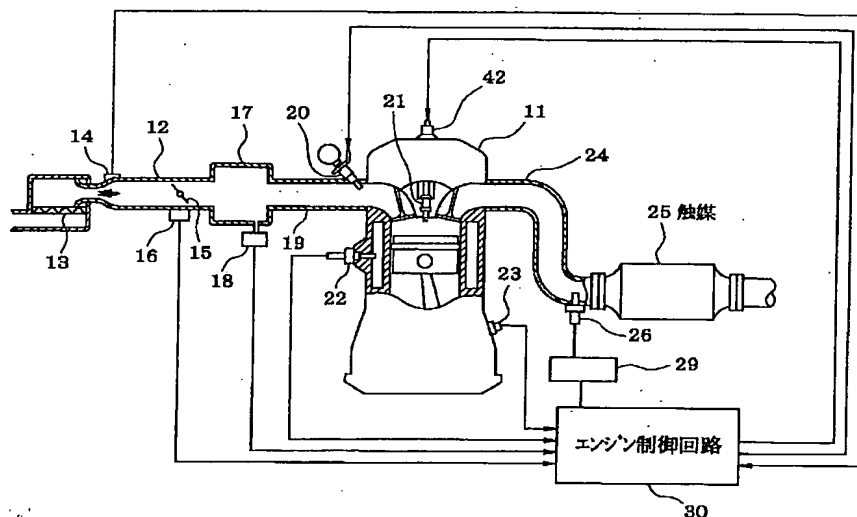
【図15】車速積算値と補正係数 $C_{WHSM}$  ( $C_{CNT}$ ) との関係を規定するマップを概念的に示す図

【図16】触媒早期暖機制御システムの異常診断の実行例を示すタイムチャート

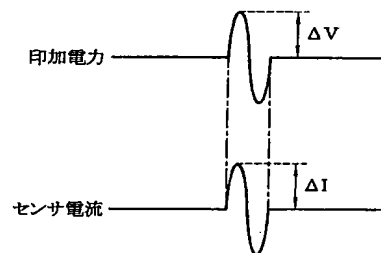
【符号の説明】

11…エンジン（内燃機関）、14…エアフローメータ、24…排気管、25…触媒、26…空燃比センサ（排出ガスセンサ）、27…センサ素子、28…ヒータ、30…エンジン制御回路（異常診断手段、センサ活性判定手段、補正手段）、31…サブマイコン。

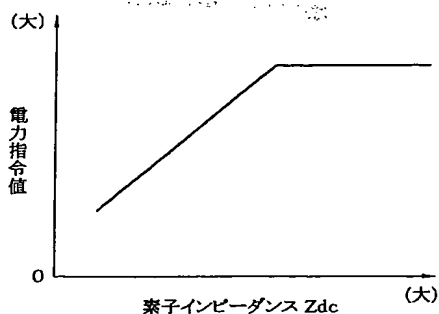
【図1】



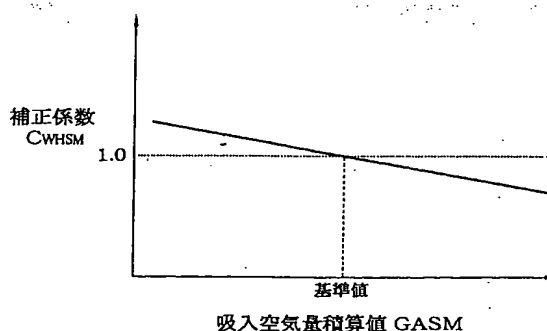
【図4】



【図5】



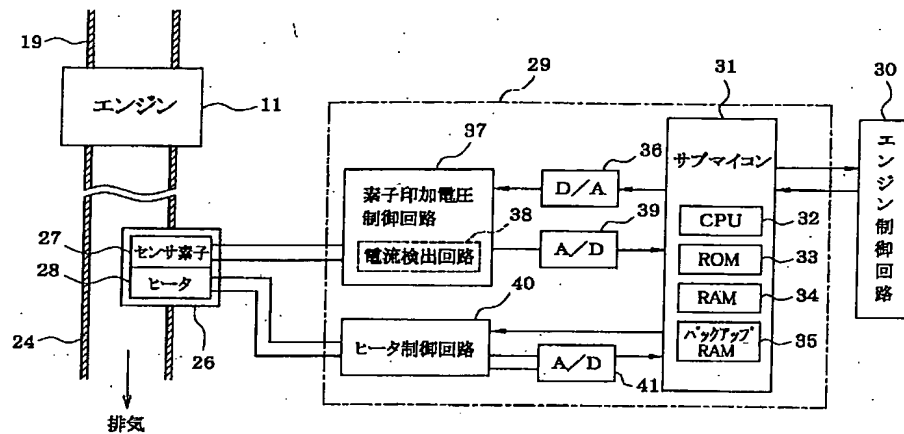
【図10】



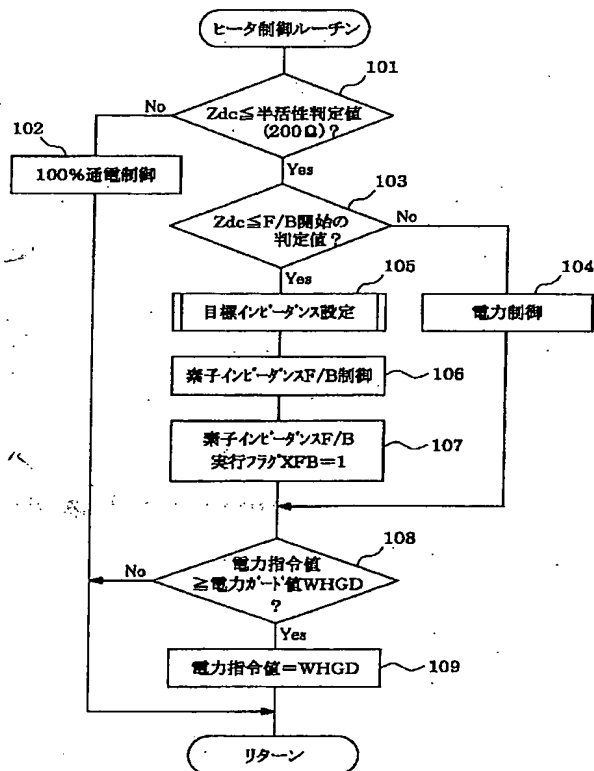
(11)

特開2003-120408

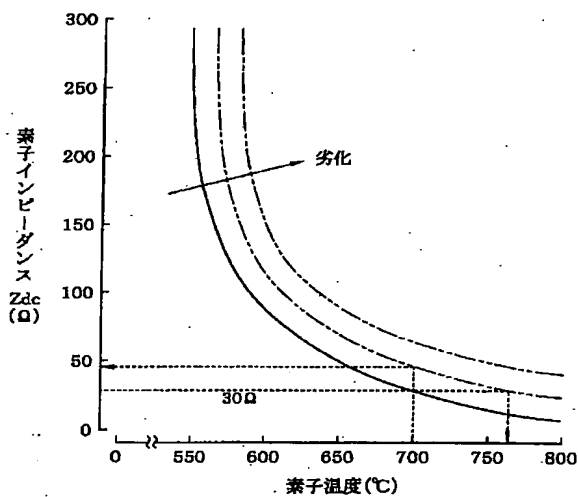
【図2】



【図3】



【図6】

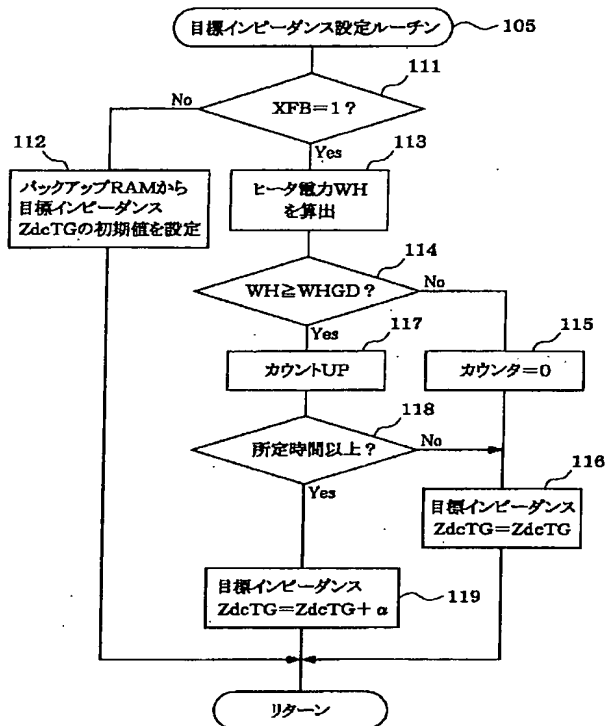




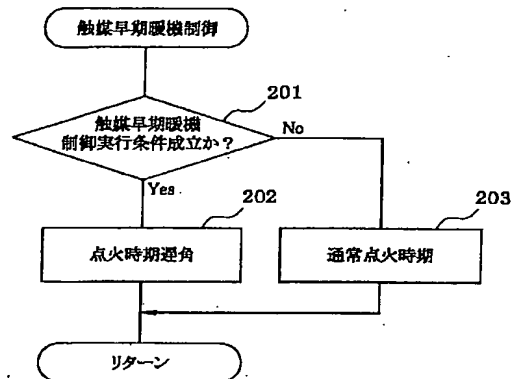
(12)

特開2003-120408

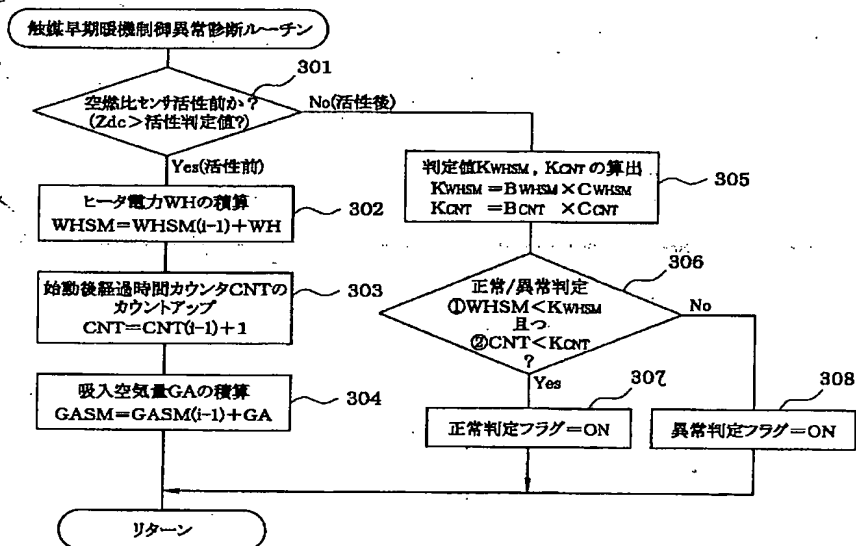
【図7】



【図8】



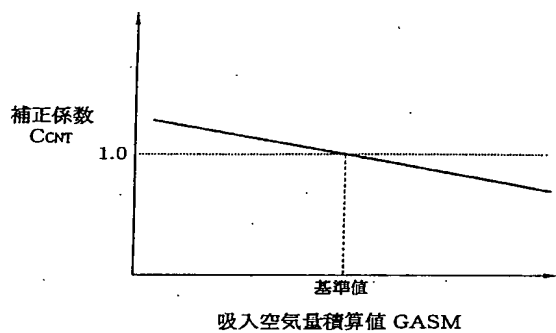
【図9】



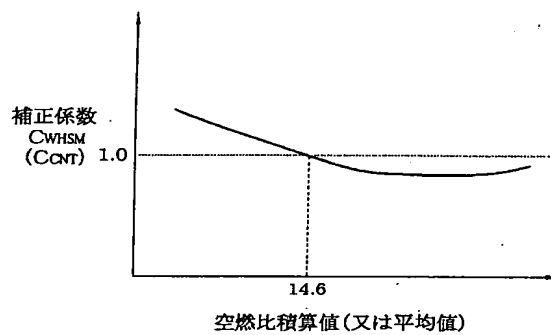
(13)

特開2003-120408

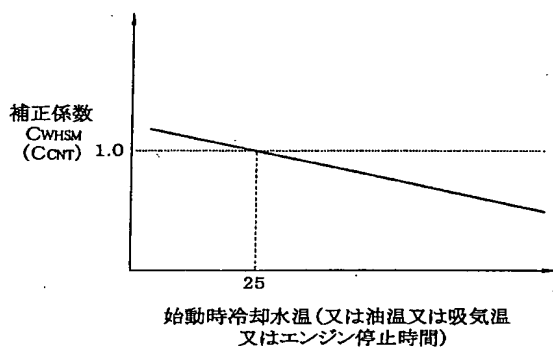
【図11】



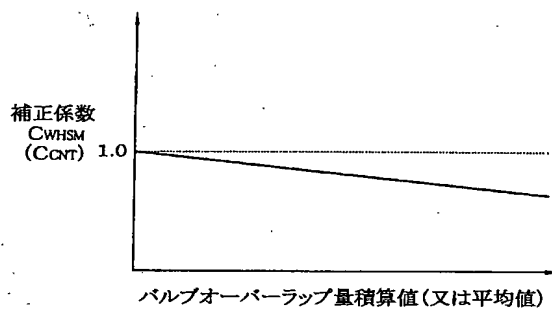
【図12】



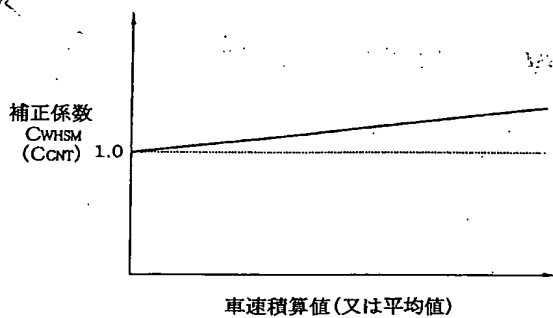
【図13】



【図14】



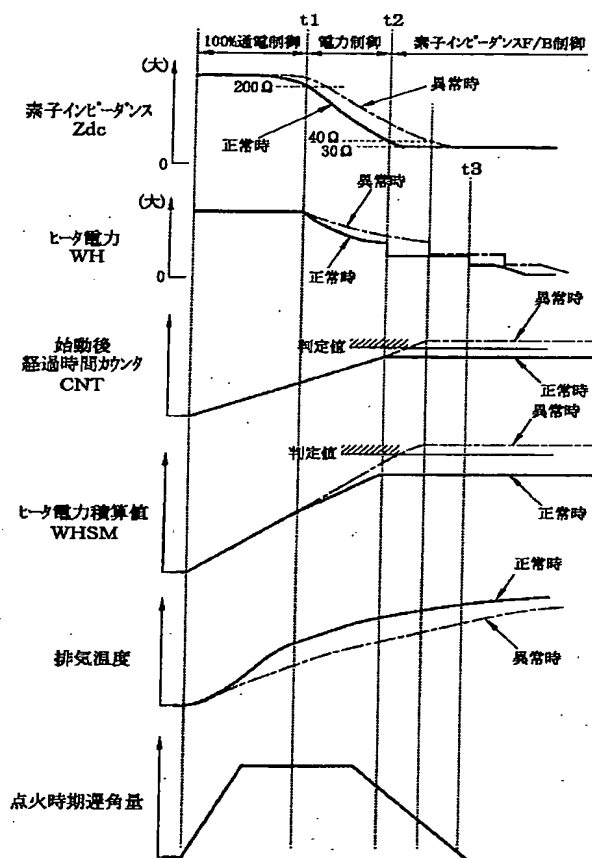
【図15】



(14)

特開2003-120408

【図16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

FI

テーマコード (参考)

F01N 3/20

F01N 3/20

D

F02D 41/14

310F

F02D 41/14

310

B01D 53/36

B

K

(72) 発明者 飯田 寿

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 岡 達也

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 摩島 嘉裕

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 森永 修二郎

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(15)

特開2003-120408

Fターム(参考) 3G084 BA09 BA15 BA17 CA02 DA27  
EA07 EB22 EC01 FA26 FA29  
3G091 AA17 AB03 BA14 BA15 BA19  
BA27 BA31 BA32 CA05 CB02  
DA01 DA02 DB04 DB05 DB06  
DB07 DB08 DB10 DB13 EA01  
EA05 EA06 EA07 EA16 EA27  
EA28 EA29 EA30 EA34 FA02  
FA04 FA12 FA13 FA14 FB02  
FB10 FB11 FB12 FC02 FC04  
FC07 GA06 HA36  
3G301 JB09 KA05 LB00 MA01 MA18  
ND13 ND17 NE23 PD05B  
4D048 AB07 BD01 CC53 CD06 DA01  
DA02 DA08 DA20